

**DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE VERTIMIENTOS EN
LA BAHÍA DE BUENAVENTURA
DESARROLLO DE LA FASE I**

MARÍA FERNANDA COLLAZOS SANTOS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2014**

**DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE VERTIMIENTOS EN
LA BAHÍA DE BUENAVENTURA
DESARROLLO DE LA FASE I**

MARÍA FERNANDA COLLAZOS SANTOS

Pasantía Institucional para optar al título de Ingeniero Ambiental

**Director
MARIO ANDRÉS GANDINI AYERBE
Ingeniero Sanitario**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2014**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Ambiental

JAVIER HOLGUIN

Jurado

MARIO ANDRÉS GANDINI AYERBE

Director

Santiago de Cali, 26 de Marzo de 2014

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. OBJETIVOS	8
3.1. OBJETIVO GENERAL	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. MARCO DE REFERENCIA	...9
4.1. MARCO TEORICO	...9
4.1.1. Localización ¡Error! Marcador no definido.	
4.2. CLIMA	10
4.3. PRECIPITACIÓN	11
4.4. EVAPORACIÓN	.11
4.5. HUMEDAD RELATIVA	11

4.6.	VIENTOS	.12
4.7.	TEMPERATURA DEL AIRE	12
4.8.	RADIACIÓN SOLAR, NUBOSIDAD Y BRILLO SOLAR	13
4.9.	LAS MAREAS	13
4.10.	BALANCE HÍDRICO - BAHÍA DE BUENAVENTURA	14
4.11.	HIDROGRAFÍA	15
4.12.	MONITOREOS EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA	.15
4.13.	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	.16
4.14.	PARÁMETROS	17
4.15.	DECRETO 1594 DEL 26 DE JUNIO DE 1984. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 1984.	18
4.16.	DECRETO 3100 DE 2003 TASAS RETRIBUTIVAS. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003.	18
4.17.	DECRETO NÚMERO 3440 DE 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004.	19
4.18.	DECRETO 3930 DEL 25 DE OCTUBRE DE 2010. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2010	19
4.19.	DECRETO NÚMERO 2667 DE 21 DE DICIEMBRE DE 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012.	19
4.20.	PROYECTO DE NORMA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013.	.20
5.	METODOLOGÍA	21
5.1.	ETAPAS DEL PROYECTO	21
5.2.	ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA USADA	.22

6. SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA	24
6.1. ACUERDO No. 03 DE 2001. Concejo Municipal de Buenaventura. 8 de Mayo de 2001.	24
6.2. DANE. Boletín Censo General 2005. Buenaventura. 14 de Septiembre de 2010	24
6.3. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA BAHÍA INTERNA DE BUENAVENTURA POR MEDIO DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Junio de 2011.	.25
6.4. CALIDAD AMBIENTAL DE LAS ZONAS MARINAS-COSTERAS DE COLOMBIA. II Simposio Internacional “Manejo de ecosistemas costeros. Bienvenido Marín Z. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 2005.	26
6.5. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA EN EL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANO. Informe Técnico. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano, REDCAM. 2008.	27
6.6. DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA	29
6.7. CONPES 3410. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación. Febrero de 2006.	30
6.8. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR COMO INSUMO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA UNIDAD AMBIENTAL COSTERA – UAC MÁLAGA – BUENAVENTURA. Deisy Lisbeth Rodríguez Bernal. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Diciembre 2012.	30
6.9. LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. 2004.	31
6.10. INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DEL AMBIENTE EN EL PACÍFICO SUDESTE - CASO COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR. Septiembre de 2010.	31
6.11. INFORME DEL ESTADO DE LOS AMBIENTES Y RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA. Año 2011. Serie de Publicaciones	

Periódicas No. 8. Santa Marta. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. INVEMAR. 2011.	31
6.12. LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS - PNMIZC. Comité Técnico Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras – CTNMIZC, Comisión Colombiana del Océano - CCO. 25 de Noviembre de 2010.	32
6.13. POLÍTICA NACIONAL AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y LAS ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente - Dirección General de Ecosistemas. Bogotá D.C. Abril de 2001.	33
6.14. ESTUDIO HIDRODINÁMICO Y SEDIMENTOLÓGICO DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MIKE21. Ministerio de Transporte. Dirección General de Transporte Marítimo, Universidad del Valle, Laboratorio de Proyectos Hidráulicos del Pacífico. Cali Febrero de 1999.	34
6.15. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA EN AUSENCIA DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO – PORH. METODOLOGÍA MESOCA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Bogotá. 2006.	.35
6.16. INFORME No. 008-2000. Muestreo y análisis de calidad de agua en la Bahía de Buenaventura. 1998- 1999. Luisa Marina Baena. 2000.	36
6.17. METALES EN SEDIMENTOS – BAHÍA	36
6.18. METALES EN SEDIMENTOS – TRIBUTARIOS	36
6.19. INFORME GENERAL AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA. Amparo Duque. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. 2003.	.37
6.20. MUESTREO Y ANÁLISIS DE MERCURIO EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA. Luisa Marina Baena. Laboratorio Ambiental. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC. 1996.	37
6.21. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA DESTINACIÓN PARA RECREACIÓN MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO Y SECUNDARIO. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2010.	39

6.22. EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA Y RÍOS TRIBUTARIOS. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2010.	.39
6.23. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS PLAYAS DEL PACIFICO Y BAHÍA DE BUENAVENTURA PERIODO 2000 – 2012. REINGENIERÍA DE LA RED DE MONITOREO. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2012.	41
6.24. BAHÍA DE BUENAVENTURA	41
6.25. PLAYAS DEL PACIFICO VALLECAUCANO	42
6.26. RESOLUCIÓN 1970 DE 2006. Corporación Autónoma Regional de la Guajira, CORPOGUAJIRA. 2006.	44
6.27. RESOLUCIÓN 0258 DE 2011. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. CRA. 2006.	.44
6.28. PLAN DE MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA – CAUCA - SEGUNDA FASE. Proyecto FFEM – CORMAGDALENA. 30 de Abril de 2007.	44
7. ANÁLISIS DE MONITOREOS	46
7.1. TEMPERATURA	48
7.2. pH	.53
7.3. CONDUCTIVIDAD	58
7.4. SALINIDAD	64
7.5. OXÍGENO DISUELTO	70
7.6. TURBIEDAD	75
7.7. SÓLIDOS TOTALES	.81
7.8. SÓLIDOS SUSPENDIDOS	87

7.9.	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	93
7.10.	COLIFORMES TOTALES	.98
7.11.	COLIFORMES FECALES	103
7.12.	COLOR	.109
8.	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA	114
8.1.	PESO RELATIVO ASIGNADO PARA CADA PARÁMETRO	114
8.2.	CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	.115
8.3.	ECUACIÓN GENERAL UTILIZADA PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	116
8.4.	CURVAS DE FUNCIÓN	117
8.5.	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - BAHÍA DE BUENAVENTURA	119
8.6.	ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA ICA DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA	122
9.	PROPUESTA DE PROGRAMA DE MONITOREO EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA	124
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Viviendas, Hogares y Personas	26
Cuadro 2. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)	51
Cuadro 3. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)	52
Cuadro 4. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)	56
Cuadro 5. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)	57
Cuadro 6. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)	62
Cuadro 7. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)	63
Cuadro 8. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)	68
Cuadro 9. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)	69
Cuadro 10. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)	73
Cuadro 11. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)	74
Cuadro 12. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)	79
Cuadro 13. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)	80
Cuadro 14. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)	85

Cuadro 15. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)	86
Cuadro 16. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)	91
Cuadro 17. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)	92
Cuadro 18. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)	96
Cuadro 19. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)	97
Cuadro 20. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)	101
Cuadro 21. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)	102
Cuadro 22. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)	107
Cuadro 23. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)	108
Cuadro 24. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Color (UPC)	112
Cuadro 25. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Color (UPC)	113
Cuadro 26. Peso relativo de cada parámetro – ICA de CETESB	117
Cuadro 27. Peso relativo de cada parámetro. Bahía de Buenaventura	117
Cuadro 28. Clasificación ICA. Bahía de Buenaventura	118
Cuadro 29. Índice de calidad del agua. Bahía de Buenaventura.	122
Cuadro 30. Puntos propuestos para ser monitoreados.	127

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Localización. Bahía de Buenaventura	11
Figura 2. Esquema de la Metodología Usada. Bahía de Buenaventura	24
Figura 3. Bahía de Buenaventura. Localización puntos de muestreo	49
Figura 4. Curvas de función para cada parámetro	120
Figura 5. Calificación del índice de calidad del agua.	123
Figura 6. Puntos monitoreados a partir del año 2013.	128
Figura 7. Sitios propuestos para ser monitoreados.	129
Figura 8. Sitios propuestos para ser monitoreados vs sitios monitoreados actualmente. Bahía de Buenaventura	130

LISTA DE GRÁFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)	53
Gráfica 2. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)	54
Gráfica No. 3. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. pH (Unidades)	58
Gráfica No. 4. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. pH (Unidades)	59
Gráfica 5. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)	64
Gráfica 6. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)	65
Gráfica 7. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Salinidad (%)	70
Gráfica 8. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Salinidad (%)	71
Gráfica 9. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)	75
Gráfica 10. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)	76
Gráfica 11. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)	81
Gráfica 12. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)	82
Gráfica 13. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)	87
Gráfica 14. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre	

Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)	88
Gráfica 15. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)	93
Gráfica 16. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)	94
Gráfica 17. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)	98
Gráfica 18. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)	99
Gráfica 19. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)	103
Gráfica 20. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)	104
Gráfica 21. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)	109
Gráfica 22. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)	110
Gráfica 23. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre Años 2005 al 2013. Color (UPC)	114
Gráfica 24. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre Años 2005 al 2013. Color (UPC)	115

RESUMEN

Los objetivos de calidad establecerán clasificaciones de las aguas superficiales y costeras de acuerdo a su uso preponderante y apuntará a la protección de la calidad de los cuerpos hídricos a través del control de los efluentes líquidos producidos por las diferentes actividades antropogénicas, por lo tanto, sus lineamientos se encaminan a establecer las reglas de juego con respecto a los vertimientos líquidos y sus cuerpos receptores de dichos vertidos, tanto de las fuentes puntuales como no-puntuales, para satisfacer los diferentes sectores de servicios y producción de la sociedad.

La diversidad de usos del agua impone que para el mantenimiento de su calidad se requiera de una amplia gama de requisitos. Los requisitos que establece dependen del tipo de uso actual y potencial del cuerpo receptor y en menor medida del origen o procedencia de los vertidos. Además, debe considerar aspectos socio-económicos y culturales, incluir los conceptos de desarrollo sostenible, que sopesan el crecimiento económico y social con la conservación y preservación de los recursos naturales y debe ser flexible en su esencia, de tal manera que pueda adecuarse en el tiempo, a la realidad socio-económica y ambiental del país, así como a los continuos adelantos técnicos y científicos.

Por lo anterior, dentro del proceso de definición de los objetivos de calidad del agua se han realizado actividades de documentación sobre la vertiente del Pacífico, encontrándose diversos estudios realizados por diferentes Instituciones, desde perspectivas necesarias de considerar; por lo que este documento presenta una síntesis de estos trabajos.

El objetivo del presente trabajo fue tomar toda la información relacionada con calidad de agua de la Bahía de Buenaventura, playas del pacífico colombiano, ríos tributarios a la Bahía y se procesó y analizó, calculando el índice de calidad del agua y así finalmente, concluir cuales eran los mejores sitios para continuar realizando los muestreos semestrales que lleva a cabo la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), correspondiente a la fase I para la definición de los objetivos de calidad.

Palabras clave: Calidad del agua en la Bahía de Buenaventura.

INTRODUCCIÓN

El deterioro del medio acuático tiene serias implicaciones socioeconómicas, higienico-sanitarias, ambientales y estéticas, por lo que es necesario disponer de una herramienta legal que regule las descargas residuales, establezca los estándares de calidad de los cuerpos de agua y sirva de apoyo a la investigación y creación de planes y estrategias que conduzcan a la prevención y mitigación de la contaminación de los cuerpos receptores.

Los objetivos de calidad establecerán clasificaciones de las aguas superficiales y costeras de acuerdo a su uso preponderante y apuntará a la protección de la calidad de los cuerpos hídricos a través del control de los efluentes líquidos producidos por las diferentes actividades antropogénicas, por lo tanto, sus lineamientos se encaminan a establecer las reglas de juego con respecto a los vertimientos líquidos y sus cuerpos receptores de dichos vertidos, tanto de las fuentes puntuales como no-puntuales, para satisfacer los diferentes sectores de servicios y producción de la sociedad.

La diversidad de usos del agua impone que para el mantenimiento de su calidad se requiera de una amplia gama de requisitos. Los requisitos que establece dependen del tipo de uso actual y potencial del cuerpo receptor y en menor medida del origen o procedencia de los vertidos. Además, debe considerar aspectos socio-económicos y culturales, incluir los conceptos de desarrollo sostenible, que sopesan el crecimiento económico y social con la conservación y preservación de los recursos naturales y debe ser flexible en su esencia, de tal manera que pueda adecuarse en el tiempo, a la realidad socio-económica y ambiental del país, así como a los continuos adelantos técnicos y científicos.

Por lo anterior, dentro del proceso de definición de los objetivos de calidad del agua se han realizado actividades de documentación sobre la vertiente del Pacífico, encontrándose diversos estudios realizados por diferentes Instituciones, desde perspectivas necesarias de considerar; por lo que este documento presenta una síntesis de estos trabajos.

En la segunda parte de este proyecto, se tomó toda la información relacionada con calidad de agua de la Bahía de Buenaventura, playas del pacífico colombiano, ríos tributarios a la Bahía y se procesó y analizó, calculando el índice de calidad del agua y así finalmente, concluir cuales eran los mejores sitios para continuar realizando los muestreos semestrales que lleva a cabo la Corporación Autónoma

Regional del Valle del Cauca (CVC), correspondiente a la fase I para la definición de los objetivos de calidad.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Bahía de Buenaventura recibe los desechos líquidos de los habitantes de la ciudad, de su zona comercial e industrial, de la zona portuaria y de los barcos que llegan al puerto, además de los aportes a través de los ríos que confluyen en la Bahía.

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) ha venido tomando muestras del agua mediante una red de monitoreo establecida en el área de la Bahía desde hace más de 2 décadas y adicionalmente de las principales fuentes de vertimientos así como de los ríos que tributan a ella. Esta información ha sido analizada de manera parcial y no de manera holística, identificando condiciones en la calidad que ameritan su intervención. Adicionalmente, la Resolución 2145 de 2005, expedida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial condicionan la formulación de los Planes de saneamiento y manejo de vertimientos al establecimiento de los “objetivos de calidad” por parte de las autoridades ambientales.

Aunque la norma relacionada con la tasa retributiva por vertimientos ha sufrido una modificación con la expedición del Decreto 2667 de 2012, la esencia en cuanto a la definición de los objetivos de calidad por parte de las autoridades ambientales sigue vigente. Por lo anterior se ratifica la importancia de tener compilado, procesado e interpretada la información existente para poder realizar las actuaciones subsiguientes que conduzcan al mejoramiento de la calidad del agua, de acuerdo con los usos preponderantes.

2. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se enmarca en margen del Decreto 3100 de 2003, en el cual se reglamentaron las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales, estableciendo entre otros aspectos: “Establecer los objetivos de calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso conforme a los Planes de Ordenamiento del Recurso. En ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso, para el primer quinquenio de cobro a partir de la expedición de este decreto, las Autoridades Ambientales Competentes podrán establecer estos objetivos con base en las evaluaciones disponibles de calidad del recurso hídrico”. Es así como la CVC debe dar cumplimiento a las normas expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La preservación de las aguas marinas trae beneficios, no solamente al área del municipio de Buenaventura, sino de todo el territorio del departamento del Valle del Cauca y de la Nación, sin olvidarse que las corrientes marinas transportan la contaminación a extremos tan alejados como las zonas ártica y antártica, es decir es un beneficio mundial.

La revisión de estudios realizados en la Bahía de Buenaventura, el procesamiento de la información de los diferentes monitoreos realizados por la autoridad ambiental CVC durante varios años permite identificar el estado actual de la calidad fisicoquímica y bacteriológica. Identificar las fuentes aportantes de contaminación, permite consolidar la información para el establecimiento de la línea base como punto de partida para establecer las dinámicas de trabajo con los diferentes actores que generan presión sobre la calidad del agua.

El trabajo realizado es la enseñanza o ejemplo que se le da a todas las zonas portuarias del departamento y del país, para que ellos puedan adquirir las experiencias de este proyecto y lo dupliquen en sus territorios, con el correspondiente beneficio que trae, como se mencionó anteriormente.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la primera fase para la definición de objetivos de calidad de vertimientos en la Bahía de Buenaventura en cumplimiento de lo establecido en la Resolución 2145 de 2005, reglamentario de los Decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar, procesar y consolidar la información de calidad de agua de la Bahía de Buenaventura y de los vertimientos de aguas residuales
- Proponer un programa de monitoreo que incluya frecuencias y sitios de muestreo para completar la información existente de calidad del agua en la zona de estudio
- Evaluar la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura mediante la aplicación de índices fisicoquímicos de calidad del agua (ICAs)

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO TEORICO

La Bahía de Buenaventura está localizada entre los 77° 16' de longitud Oeste y los 3° 56' de latitud Norte. Tiene 21 kilómetros de largo por 11 kilómetros de ancho. La extensión aproximada es de 68.190 ha, con profundidades promedio de 25 a 30 metros. Tiene una sola entrada, conocida como la Bocana, que está encerrada por punta Bazán al Norte y punta Soldado al Sur, separadas entre sí por 1.582 m. El acceso a la Bahía se hace por un canal largo desde la Bocana hasta la isla Cangrejo y de allí continua hasta llegar a la isla de Cascajal o isla de Buenaventura, donde se encuentran la ciudad y el puerto de Buenaventura. Ver Figura. 1.

A la Bahía tributan los ríos Dagua y Anchicayá, sus orillas son bajas y cubiertas de grandes extensiones de manglares.

Las mareas son multivariantes, con un rango promedio de 3,7 m y debido a lo estrecho de la Bahía, el ingreso y la salida del agua pueden alcanzar velocidades cercanas a 2 metros por segundo en la zona central del canal. La temperatura del agua tiene un promedio de 27,4°C y su salinidad disminuye durante los períodos de altas lluvias.

Buenaventura es el principal puerto colombiano en el Litoral Pacífico por tener un alto movimiento de carga comparado con el resto de puertos del país.

El municipio consta de una zona insular (isla Cascajal), donde se encuentra ubicada la cabecera municipal y en ella se ha desarrollado toda la actividad portuaria, la mayoría de actividades económicas y de servicios y la zona continental, donde se ha desarrollado principalmente la zona residencial.

La configuración del municipio se ha dado en forma longitudinal a lado y lado de su vía principal, la Avenida Simón Bolívar con una extensión aproximada de 13 kilómetros y que comunica al municipio con el interior del país.

Los límites generales del municipio son: por el Norte con el departamento del Chocó, por el Sur con el departamento del Cauca, por el Oriente con los

municipios de Cali, Calima (Darien), Dagua y Jamundí y por el Occidente con el Océano Pacífico.

Administrativamente el municipio de Buenaventura está dividido en dos zonas, la zona rural con 19 corregimientos y 268 veredas, su cabecera municipal en 12 comunas. Ver Figura 1.

Figura 1. Localización. Bahía de Buenaventura



Fuente: Google Earth.

4.2. CLIMA

En el territorio del municipio de Buenaventura se encuentran los siguientes pisos térmicos: cálido 5.350 km^2 , medio 640 km^2 , frío 58 km^2 y páramo 30 km^2 .

Con base en los registros meteorológicos de las estaciones Aeropuerto Buenaventura, Colpuertos, Triana y Bajo Calima, las cuales por su ubicación se consideran adecuadas, se establece en términos generales que el clima del municipio es predominantemente cálido, muy húmedo, con altas temperaturas y precipitaciones durante la mayor parte del año. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.3. PRECIPITACIÓN

El ciclo anual de lluvias que se presentan en la zona, está regida por la interacción de los principales sistemas de circulación atmosférica en el trópico, en consecuencia, ocurren períodos muy marcados de mayores lluvias, debido principalmente al desplazamiento de la ZCIT (zona de confluencia intertropical).

Las abundantes precipitaciones se deben principalmente a que las masas de nubes que se forman a poca altura sobre el mar, saturadas de humedad, son arrastradas por los fuertes vientos del Occidente hacia el interior y al encontrarse con la Cordillera Occidental se detienen, se enfrían sobre las estribaciones de ésta y se condensan, precipitando lluvias abundantes y frecuentes cargas eléctricas. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.4. EVAPORACIÓN

El comportamiento de la evaporación para las estaciones Aeropuerto de Buenaventura, Puertos de Colombia y Bajo Calima, permite establecer que la ciudad de Buenaventura presenta un promedio que oscila entre 711,9, 1.176,9 y 1.028 mm/año, valores muy inferiores a la precipitación, en razón del alto grado de humedad relativa de la zona geográfica. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.5. HUMEDAD RELATIVA

La baja salinidad del mar en la costa pacífica colombiana, con una concentración menor de 30 gramos de sal/L de H₂O, originada por el alto volumen de agua dulce que descargan los ríos en el Litoral, la evaporación de los manglares y selvas de la costa y el estancamiento de las masas de nubes arrastradas por los vientos marítimos por la presencia de la Cordillera Occidental, causa principalmente el sostenimiento permanente de una alta humedad atmosférica a lo largo del año.

El comportamiento de la humedad relativa en el ambiente alcanza un promedio del 89%, con mínimas variaciones que oscilan entre el 2 y 4 %; esto permite ver claramente que la humedad se mantiene homogénea a lo largo de todo el año. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.6. VIENTOS

La influencia de la acción del viento afecta directamente el movimiento de la superficie del agua creando un oleaje fuerte o moderado dependiendo de la intensidad y la dirección del viento, además de esto origina un desnivel en la superficie libre del agua.

La dirección, frecuencia e intensidad del viento son parámetros determinantes en las predicciones de oleaje, el cual incide de manera importante en la dinámica de las masas de agua y en la morfología costera.

Según los resultados de las observaciones hechas por barcos mar afuera de la Bahía (US Defense Mapping Agency Hydrographic Center. 1980), las direcciones más frecuentes de ocurrencia del viento son el Suroeste y Sur con 36.7 y 32.3 % respectivamente. La dirección predominante, SW, está alineada con el canal de entrada a la Bahía de Buenaventura. En la estación COLPUERTOS, ubicada en el área portuaria de Buenaventura, predominan las mismas direcciones de ocurrencia de vientos pero con menor frecuencia. Los porcentajes de ocurrencia presentados en el período de medición de 1985 a 1986 son: Suroeste con 25%, presentándose una velocidad media de 2,4 m/s y una velocidad máxima de 8,0 m/s, Sur con 23% y velocidades media y máximas de 1,2 m/s y 5,3 m/s respectivamente y Este con 20% y velocidad media de 2,1 m/s y velocidad máxima de 7,1 m/s.

La ocurrencia de la dirección del viento para el período 1971 - 1978, según el cual las direcciones de mayor ocurrencia son el Oeste con 48% y una velocidad media de 4,8 m/s y 7,7 m/s de velocidad máxima y Suroeste con 13,3% y una velocidad media de 4,9 m/s y una velocidad máxima de 8,8 m/s. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.7. TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura del aire, está relacionada con la fluctuación cenital del sol durante el año, ésta fluctuación es escasa, lo que impide variaciones estacionales anuales de temperatura. Sin embargo, en la región se presenta un clima tropical de ciclos térmicos diurnos.

La temperatura del aire en la región, no es significativa durante todo el año. Según los reportes de las estaciones meteorológicas del lugar, entre el mes más caliente y el mes más frío se presentó una variación de 0,7°C (Estación Aeropuerto); mientras que la variación en la Estación Puertos de Colombia es de 2,6°C; finalmente la Estación Bajo Calima reporta una variación de 3,7°C. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.8. RADIACIÓN SOLAR, NUBOSIDAD Y BRILLO SOLAR

En general, la radiación solar que llega a la atmósfera es dispersa, absorbida o reflejada por las nubes y las formas del relieve. Las nubes de la región reflejan al ambiente una gran cantidad de radiación solar incidente, ésta cantidad depende básicamente del tipo de nubes y de su albedo. El albedo y la absorción de las nubes varían considerablemente con el espesor y el contenido de humedad.

Según los registros, el valor medio anual de nubosidad oscila entre 6 y 7 octas durante todo el año, lo cual permite concluir que la ciudad de Buenaventura permanece cubierta, o semicubierta de nubes.

El Brillo Solar, reporta un valor de 1.290,5 horas, siendo Julio el mes de mayor brillo solar, coincidiendo con la época de abundantes lluvias. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.9. LAS MAREAS

Las mareas en Buenaventura son de tipo semidiurno regular, presentando dos pleamares y dos bajamares en un mismo día, con un período de 12 horas 25 minutos. La amplitud media de la marea es de 3,11 metros. La diferencia de amplitudes entre dos mareas consecutivas es muy pequeña (aproximadamente menor del 10%).

En el caso de la Bahía de Buenaventura las características de la marea son bastantes similares a las existentes en el Pacífico colombiano, con algunas pequeñas variaciones especialmente en los valores de la amplitud de la marea a

medida que ésta penetra en la Bahía por efectos de diferentes fenómenos, tales como, resonancia, reflexión, refracción por cambios de velocidad de la onda de marea en aguas de diferentes profundidades, etc. Así pues, en la entrada de la Bahía (sector Punta Soldado - Punta Bazán) se tienen amplitudes ligeramente inferiores a las que se presentan en el sector de la Isla de Buenaventura.

Según el informe del “Estudio sedimentológico de la Bahía de Buenaventura” del Laboratorio Central de Hidráulica de Francia, 1975; este aumento en la amplitud de la marea se debe al estrechamiento en la parte exterior de la Bahía y en menor proporción a la convergencia entre la entrada y la Isla de Cascajal.

Las amplitudes de la marea en Buenaventura fluctúan, de acuerdo con los registros históricos del período 1971-1996, entre 1,4 metros y 5,4 metros. La amplitud media de la marea para este período es de 3,11 metros. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

Las corrientes dentro de la Bahía de Buenaventura están influenciadas por diferentes factores como las mareas, las descargas de los ríos, los vientos, el oleaje de muy baja intensidad, las lluvias y la configuración del fondo del mar y de las zonas costeras. De todos estos factores, las mareas se constituyen en uno de los de mayor influencia en el régimen de las corrientes en la Bahía, originando corrientes de alguna intensidad a lo largo de ésta (hasta 2,0 m/seg en el canal de navegación) y en los esteros de acuerdo con la fase y amplitud de la marea. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.10. BALANCE HÍDRICO - BAHÍA DE BUENAVENTURA

Con base a los estimativos de escurrimiento de cada una de las áreas que drenan en la Bahía interna de Buenaventura, se tiene que en promedio el total de entrada de agua dulce a la Bahía es de 4'104.000 m³/día. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

Con base en la información batimétrica y considerando el comportamiento de la marea (altura de marea baja 3,25 m y altura de marea alta 4,50 m), se estima que el volumen del prisma mareal promedio en la Bahía de Buenaventura corresponde en el área estudiada a 24'000.000 m³, el cual resulta de la diferencia entre los siguientes volúmenes:

Volumen de almacenamiento total o en marea alta: 49'000.000 m³
Volumen de almacenamiento seco o en marea baja: 24'500.000. m³

La proporción entre la cantidad de agua dulce y la cantidad de agua salada del prima mareal varían de acuerdo con la época del año en razón a la presencia de períodos de mayores y menores lluvias. Para el mes históricamente más seco se estima que la proporción del volumen de Aguadulce que llega a la Bahía respecto al volumen del prisma mareal (agua salada) es del 8%; mientras que el mes más lluvioso es del 16%. Otros cálculos indican que durante el período de bajas lluvias y en marea viva, el agua dulce aporta una cantidad entre el 1 y 2 % del prisma mareal a la Bahía de Buenaventura, mientras ésta agua puede alcanzar entre el 5 y 10% durante los períodos de lluvia y marea muerta. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.11. HIDROGRAFÍA

La Bahía de Buenaventura, es la receptora de aguas residuales de la ciudad y de las provenientes de otros asentamientos, las cuales llegan a través del río Dagua, Anchicayá y Limones. Otras corrientes que desembocan a la Bahía por el Norte, la quebrada Agua Dulce, Pichidó y San Joaquín y esteros Aguadulce, Gamboa, Aguacate, el Piñal, al Sur la quebrada Limones, Potedó y esteros San Antonio, Hondo y el Pailón. (Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura).

4.12. MONITOREOS EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC realiza un monitoreo semestralmente en 55 estaciones distribuidas así:

- 30 sitios de muestreo en la Bahía de Buenaventura
- 10 sitios de muestreo en Playas del Pacífico, La Bocana, Ladrilleros y Juanchaco
- 15 sitios de muestreo en ríos tributarios de la Bahía de Buenaventura, río Dagua, río Anchicayá, río Potedó, río Raposo y río San Juan

En cada sitio de monitoreo se realizan análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos como son: temperatura, pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad, sólidos totales, sólidos suspendidos, color, coliformes totales y coliformes fecales. Los principales requeridos para evaluar la calidad del agua de acuerdo al principal uso en la zona que es recreación por contacto primario y secundario.

4.13. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

El Índice de Calidad del Agua ICA es una expresión simple de una combinación compleja de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua, de manera que se emita un concepto unificado de la calidad de las aguas.

El objetivo de utilizar el ICA es evaluar la calidad de las aguas de la Bahía de Buenaventura cuyo uso del agua es básicamente para recreación mediante contacto primario y secundario, a partir de parámetros físico químicos y microbiológicos. El propósito del ICA es simplificar la información y hacer más fácil la toma de decisiones.

A nivel internacional, existen diferentes índices de calidad del agua como el National Sanitation Foundation (NSF) 1970, Estados Unidos, que tiene en cuenta parámetros como DBO₅, Oxígeno disuelto, pH, Turbiedad, Fosfatos, Nitratos, Temperatura, Coliformes Fecales, Sólidos Totales y califica la calidad del agua en cinco categorías: Excelente calidad, Buena calidad, Mediana calidad, Mala calidad y Muy mala calidad.

Uno de los ICA más usados mundialmente es el DINUS que involucra 12 parámetros como son: DBO₅, Oxígeno disuelto, pH, Nitratos, Temperatura, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Cloruros, Conductividad, Alcalinidad Total, Dureza Total, Color y califica la calidad del agua en seis categorías: Excelente Calidad, Calidad Aceptable, Contaminada Leve, Contaminada, Contaminada Fuerte y Contaminada Exceso.

En Suramérica el ICA más aplicado es el de CETESB (Brasil, 2002) que considera nueve parámetros que son: DBO₅, Oxígeno disuelto, pH, Turbiedad, Fósforo Total, Nitrógeno Total, Temperatura, Coliformes Fecales, Sólidos Totales y califica la

calidad del agua en cinco categorías: Excelente calidad, Buena calidad, Regular calidad, Mala calidad y Pésima calidad.

El Índice de Calidad del Agua marinas y estuarinas ICAM de Invemar evalúa la calidad de las aguas mediante una ecuación con expresiones algebraicas que califican cada parámetro según el uso y tipo de agua e incluye en su cálculo parámetros como oxígeno disuelto, pH, salinidad, nitritos, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, organoclorados totales, metales pesados (Cd, Cr y Pb), coliformes totales y termotolerantes.

4.14. PARÁMETROS

A continuación se definen los parámetros físico-químicos utilizados para la elaboración del ICA sobre la Bahía de Buenaventura:

- **Temperatura:** Un valor alto de este parámetro tiene efectos directos perjudiciales para la vida acuática sensible a los cambios de temperatura. También varía la densidad del agua afectando los procesos de sedimentación natural. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno y aumenta la de las sales. Dificulta la vida de las especies marinas. Aumenta la velocidad de las reacciones metabólicas, acelerando la putrefacción. La temperatura modifica la conductividad.
- **Oxígeno Disuelto:** Este parámetro es indicador de contaminación orgánica. Un valor inferior indica presencia de especies químicas orgánicas biodegradables en proceso de oxidación que consumen oxígeno. Es un indicativo de la carga de contaminantes que demandan oxígeno. La ausencia de oxígeno limita la población de especies ocasionando mortandad.
- **Sólidos Totales:** son el material residual resultante en un recipiente luego de la evaporación de una muestra y su subsecuente secamiento en un horno a temperatura definida y constante. Representan la suma de los sólidos disueltos o no retenidos a través de un filtro y los sólidos no disueltos o retenibles por filtración.
- **Turbiedad:** Se define como una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. Es causado por la materia suspendida y coloidal, que puede ser materia orgánica e inorgánica, plancton y otros microorganismos. Éste parámetro es importante para asegurar la claridad del agua.

- **pH:** Los valores altos y bajos, afectan el hábitat acuático, el cambio puede causar alteraciones en la solubilidad de metales pesados y sus concentraciones. La toxicidad de un metal soluble para los procesos biológicos puede ser intensificada por una condición ácida o básica del pH.
- **Coliformes Fecales:** variable indicadora de contaminación fecal. Las variables microbiológicas determinan los microorganismos que pueden causar enfermedades tales como virus, bacterias y parásitos. Los peces y los moluscos concentran los patógenos en sus tejidos y pueden causar enfermedades a las personas. Los agentes patógenos pueden provenir de aguas residuales domésticas, descargas de buques o lanchas, conexiones ilegales de sanitarios y desperdicios de animales. Las bacterias **coliformes totales** y **fecales** son indicadores de la contaminación del agua debido a las heces de humanos y animales. Se pueden encontrar en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en el fondo marino.

4.15. DECRETO 1594 DEL 26 DE JUNIO DE 1984. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 1984.

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Derogado por el art. 79 del Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21.

4.16. DECRETO 3100 DE 2003 TASAS RETRIBUTIVAS. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003.

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

En el CAPITULO III, relativo a: Cálculo de la tarifa de las tasas retributivas por vertimientos y de la tarifa regional, establece: Artículo 6°. Información previa al cobro de la tasa. Previo al cobro de la tasa retributiva en una cuenca, tramo o cuerpo de agua, la Autoridad Ambiental Competente deberá:

- Documentar el estado de la cuenca, tramo o cuerpo de agua en términos de

calidad.

- Identificar los usuarios que realizan vertimientos en cada cuerpo de agua y que están sujetos al pago de la tasa. Para cada usuario deberá conocer, ya sea con mediciones, estimaciones presuntivas o bien mediante autodeclaraciones, la concentración de cada parámetro objeto del cobro de la tasa y el caudal del efluente.
- Determinar si los usuarios identificados en el numeral anterior, tienen o no Plan de Cumplimiento o Permiso de Vertimientos.
- Calcular la línea base como el total de carga contaminante de cada sustancia vertida al cuerpo de agua, durante un año, por los usuarios sujetos al pago de la tasa.
- Establecer los objetivos de calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso conforme a los Planes de Ordenamiento del Recurso. En ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso, para el primer quinquenio de cobro a partir de la expedición de este decreto, las Autoridades Ambientales Competentes podrán establecer estos objetivos con base en las evaluaciones disponibles de calidad del recurso hídrico.

4.17. DECRETO NÚMERO 3440 DE 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004.

Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones.

4.18. DECRETO 3930 DEL 25 DE OCTUBRE DE 2010. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2010.

El cual establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Deroga el Decreto 1594 de 1984.

4.19. DECRETO NÚMERO 2667 DE 21 DE DICIEMBRE DE 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012.

Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se loman otras determinaciones.

4.20. PROYECTO DE NORMA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013.

Por el cual se establecen parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a las aguas marinas.

5. METODOLOGÍA

La CVC cuenta con información de calidad fisicoquímica y bacteriológica de muestras tomadas y analizadas en el laboratorio ambiental, entre los años 1993 y 2013. Esta información ha sido procesada de manera parcial, en el marco de la presentación de informes de gestión al ente territorial o a los entes de control. Condiciones puntuales sobre el estado de la calidad del agua o de las fuentes de presión que ocasionan el deterioro; por esta razón se partió de la compilación de la información y se procedió a la revisión de toda la información técnica relativa a la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura.

Se recogió la información bibliográfica, los análisis realizados y los expedientes de la CVC concernientes a la Bahía de Buenaventura. Toda esta información se organizó por tiempo y por calidad de la problemática.

Esta información se procesó para facilitar su interpretación y se procedió a analizar y de esta manera se proponen los sitios para realizar muestreos.

5.1. ETAPAS DEL PROYECTO

El proyecto se realizó en cuatro etapas de la siguiente manera:

Etapas 1. Revisión de la información técnica relativa a la calidad de aguas en la Bahía de Buenaventura, playas y ríos Dagua y Anchicayá.

Para realizar la revisión de la información técnica se consultaron en diferentes instituciones los estudios realizados desde diferentes perspectivas de la Bahía de Buenaventura, sobre sus procesos hidrodinámicos, de transporte y algunos acercamientos al conocimiento de la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura.

Etapas 2. Procesamiento de la información de calidad de agua de la Bahía de Buenaventura, playas y ríos Dagua y Anchicayá.

Se recopila la información de los monitoreos que ha realizado el Laboratorio Ambiental de la CVC en la Bahía de Buenaventura a partir del año 2005, se procesaron los resultados, se realizaron gráficas que muestren el comportamiento de cada parámetro monitoreado a través del tiempo y por medio de éstas se hizo el análisis de cada parámetro monitoreado.

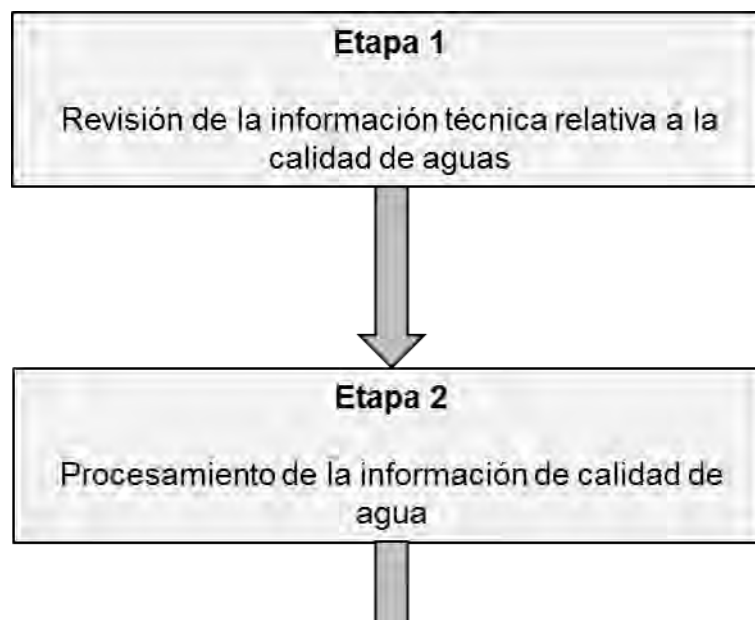
Etapa 3. Índice de Calidad del Agua (ICA). Se utilizó el ICA para evaluar la calidad de las aguas de la Bahía de Buenaventura, a partir de parámetros físicoquímicos y microbiológicos. Con los resultados arrojados del ICA se simplificó la información y se hizo más fácil la proposición de sitios de muestreo.

El índice de calidad del agua (ICA) obtenido en cada punto de muestreo de la Bahía de Buenaventura se obtuvo a partir de la sumatoria del producto del valor calificado de cada parámetro multiplicado por su correspondiente peso o coeficiente de ponderación.

Etapa 4. Propuesta de programa de monitoreo. Para proponer la realización de muestreos en sitios adicionales o existentes en la Bahía de Buenaventura, se analizan individualmente los resultados del índice de Calidad del Agua (ICA) en cada sitio de monitoreo y se propone que deben hacerse aproximadamente a la misma hora y fecha, deben hacerse en marea baja y deben tenerse en cuenta los vientos y si el muestreo se realizó en época de invierno o verano. Se proponen 15 sitios de monitoreo.

5.2. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA USADA

Figura 2. Esquema de la Metodología Usada. Bahía de Buenaventura



6. SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA

Esta fase consistió en la consulta en diferentes instituciones, de los estudios realizados desde diferentes perspectivas de la Bahía de Buenaventura, sobre sus procesos hidrodinámicos, de transporte y algunos acercamientos al conocimiento de la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura. Del proceso de documentación se destacan por la utilidad para la definición de los objetivos de calidad a definir, los siguientes documentos, sobre los cuales se realizó una reseña:

6.1. ACUERDO No. 03 DE 2001. Concejo Municipal de Buenaventura. 8 de Mayo de 2001.

Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca.

Del Plan de Ordenamiento Territorial de Buenaventura se tomó la información básica del municipio para tener en cuenta en el presente proyecto. Esta información corresponde a:

6.2. DANE. Boletín Censo General 2005. Buenaventura. 14 de Septiembre de 2010

En este Boletín del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, del 14 de Septiembre de 2010 se encontró la siguiente información según el Censo General del año 2005:

Cuadro 1. Viviendas, Hogares y Personas

ÁREA	VIVIENDAS CENSO	HOGARES GENERAL	PERSONAS 2005	PROYECCIÓN POBLACIÓN 2010
CABECERA	65.623	65.094	290.457	327.955
RESTO	9.220	8.371	33.750	34.670
TOTAL	74.843	73.465	324.207	362.625

6.3. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA BAHÍA INTERNA DE BUENAVENTURA POR MEDIO DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR. Universidad del Valle. Junio de 2011.

La zona costera de la región Pacífico Vallecaucano presenta problemas muy específicos que están degradando las unidades ecológicas al igual que la calidad de vida de sus habitantes, afectando las posibilidades de desarrollo y la sostenibilidad de sus recursos naturales. Entre estos problemas se destacan:

- La contaminación de aguas costeras por hidrocarburos, metales pesados y operaciones portuarias (aguas de sentinas)
- Contaminación de playas y aguas costeras por la presencia de vertidos de aguas servidas (la mayor parte de las descargas de aguas residuales domésticas de la ciudad de Buenaventura se efectúa de manera dispersa y fuera del alcantarillado, directamente a canales y esteros; sólo el 28% se realiza a través de los tubos de alcantarillado. Esta carga finalmente se deposita en bajos y playones alrededor de la ciudad, lo cual incrementa los efectos nocivos sobre sus habitantes) y desechos provenientes de la industria, minería y residuos sólidos domésticos
- Sedimentación por descargas continentales
- Acreción y erosión de playas y acantilados
- Deforestación de manglar
- Rellenos de cuerpos de agua costeros, playas, riberas de los ríos y aluviones.

Además, se tiene otro tipo de problemas, tales como:

- El escaso flujo de información: la carencia de información de línea base ambiental y restricciones al uso de la información
- Inadecuado manejo de la información: heterogeneidad de la información, falta de estandarización de metodologías y no existe compilación, integración y priorización de las necesidades de información
- Baja capacidad de investigación: falta de capacitación humana y de equipos, carencia de diseño e implementación de programas de monitoreo ambiental y baja aplicabilidad de la ciencia en el proceso de manejo y toma de decisiones
- Falta de indicadores de gestión: no existe evaluación, seguimiento y monitoreo de las acciones y funciones del estado

- Ausencia de valoración económica de los recursos costeros: información incompleta para análisis costo-beneficio, solo se contabilizan valores monetarios
- Falta de educación ambiental a todos los niveles de educación y falta de capacitación de funcionarios del estado
- Aculturamiento: pérdida de valores culturales y tradiciones y falta de apropiación del territorio.

En la zona costera se ha evidenciado una disminución en la productividad del recurso pesquero; el desplazamiento de actividades económicas (disminución de la pesca artesanal por construcción y turismo); pérdida y degradación de valores escénicos y paisajísticos (deterioro de escenarios naturales como manglares, corales, playas y lagunas costeras); costos ambientales (aprovechamiento de recursos comunes para uso privado, falta de estudios de aprovechamiento de recursos costeros).

Por las consideraciones antes mencionadas el presente estudio interdisciplinario buscó conocer el estado de contaminación del estuario de Buenaventura con el propósito de plantear soluciones integrales para su descontaminación y preservación contribuyendo así a su desarrollo armónico y mejora de la calidad de vida de sus habitantes. Los objetivos fundamentales fueron:

- Realizar la caracterización actualizada de los principales características hidrológicas, sedimentológicas, morfológicas y de la calidad del agua de la Bahía interna de Buenaventura
- Implementar, con base en la información y registros de campo disponibles, un sistema de modelación matemática de los principales aspectos hidrodinámicos, sedimentológicos, morfológicos y de la calidad del agua de la Bahía interna de Buenaventura y sus tributarios. El modelo matemático permitirá estimar y evaluar los impactos sobre la Bahía originados por las diferentes intervenciones a que viene siendo sometida, así como los efectos por las obras que se puedan proponer para fines de control y conservación del estuario de Buenaventura.

6.4. CALIDAD AMBIENTAL DE LAS ZONAS MARINAS-COSTERAS DE COLOMBIA. II Simposio Internacional “Manejo de ecosistemas costeros. Bienvenido Marín Z. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 2005.

Presenta un diagnóstico sobre el estado de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia, con base en la información aportada en el año 2004, por la Red de Vigilancia para la *conservación y protección de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano-REDCAM*. El estudio comprendió las zonas marinas y estuarinas de los 12 departamentos localizados en las dos costas del país. Se describe tanto para la región Caribe como la del Pacífico, las vías de transporte y entradas de contaminantes, la contaminación por materia orgánica y nutrientes, tóxicos químicos como metales pesados y compuestos orgánicos persistentes (COPs) y las de origen fecal. Se puso de manifiesto que se continua avanzando en el conocimiento de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia, siendo relevante la identificación de los principales tipos de contaminantes químicos y microbiológicos que son descargados a los ecosistemas marino-costeros, destacándose los residuos líquidos domésticos, los industriales, los relacionados con el transporte y usos del petróleo, los de actividades agropecuarias, así como los de explotación y manejo de minerales. Aunque las relaciones causa efecto de las cargas de contaminantes sobre los organismos y poblaciones marinas se conocen poco, a nivel ecosistémico se evidencia su incidencia en las condiciones ambientales en varios sectores de las costas colombianas y en consecuencia, la posible influencia en los recursos naturales y derivado de ello, en la calidad de vida de la población en general y en mayor grado, en las comunidades que viven de una u otra forma del uso de tales recursos.

6.5. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA EN EL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANO. Informe Técnico. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano, REDCAM. 2008.

Este informe contiene una descripción estacional y temporal de las variables fisicoquímicas, microbiológicas y contaminantes (Hidrocarburos del petróleo y Plaguicidas organoclorados) en el Pacífico colombiano.

Las áreas de estudio del documento son las zonas costeras de la región del mar Caribe y del océano Pacífico.

La metodología que utilizaron para la realización del estudio fue la siguiente:

Las muestras de agua después de colectadas las transportan a los laboratorios donde las procesan y luego la información la estandarizan y la ingresan en la Base

de Datos y queda en el Sistema de Información de la REDCAM, integrada al Sistema de Información Ambiental Marino (SIAM). La cartografía base fue implementada por el Laboratorio de Sistemas de Información del INVEMAR (LABSIG), con los mapas elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Departamento Nacional de Estadística (DANE).

Este estudio realiza todo el análisis en la Costa Caribe y Pacífica de Colombia pero para el presente proyecto, solamente se analizarán los datos y el análisis que se le hace a la zona del Océano Pacífico y específicamente a la zona de la Bahía de Buenaventura.

Las conclusiones generales a las que llegan en este documento respecto a la zona costera del pacífico colombiano son:

El impacto por hidrocarburos históricamente ha sido crónico y las concentraciones altas que se encuentran en ciertos momentos en la región pacífica obedecen a condiciones puntuales, su presencia es el resultado del inadecuado manejo que se le da a los subproductos del petróleo; reflejando mayor afectación por contaminación con HC en Nariño y Valle del Cauca a diferencia de los departamentos de Chocó y Cauca. Sin embargo, en la actualidad las concentraciones para todos los departamentos del pacífico colombiano son muy inferiores al valor de referencia para aguas contaminadas ($< 10 \mu\text{g/L}$).

Por otra parte, para el caso de plaguicidas las concentraciones halladas evidencian un riesgo medio en los departamentos de Chocó y Nariño debido a la presencia variable de estos residuos en comparación con Cauca y Valle del Cauca, no obstante en la actualidad las concentraciones halladas en la región pacífica están muy por debajo del valor de 30 ng/L establecido como referencia y su presencia es el resultado de escorrentías de agroquímicos usados por las actividades humanas hace tiempo y que aún se encuentran en el medio debido a su persistencia como el DDT y aldrin (ALD).

Los ríos Jella y Nuquí (Chocó), Guapi y Timbiquí (Cauca), y Mira (Nariño) y las estaciones BNV – 213 y BNV - 217 (Valle del Cauca), a través del tiempo aportan las mayores concentraciones de CTT y CTE, debido a la descarga directa de aguas servidas y desechos orgánicos que realizan las poblaciones ribereñas.

Para el primer semestre del 2008 las playas Bahía Solano ESSO y Huina (Chocó), Bocagrande y el Morro (Nariño), frente a hotel Bocana y frente a Muelle Bocana

(Valle del Cauca), no son aptas para las actividades de contacto primario y secundario, según los límites establecidos por la legislación colombiana, para los parámetros coliformes totales y fecales.

6.6. DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

A las conclusiones que llegaron los autores del presente estudio en el departamento del Valle del Cauca son las siguientes:

Los nutrientes inorgánicos en aguas costeras del Valle del Cauca, son medidos algunos y los que se miden, presentan algunos problemas para su interpretación al parecer por los métodos empleados para la determinación química. Estos aspectos deberán ser evaluados para mejorar los límites de cuantificación de los métodos y la representación de la información en la zona costera. Las estaciones ubicadas en los ríos Potedó, Raposo y Dagua parecen estar influidas por vertimientos que afectan el pH, el oxígeno y las concentraciones de sólidos en suspensión, por lo que se hace necesario un levantamiento de las principales fuentes de vertimientos en estos sitios y el seguimiento de los mismos, para evitar problemas a futuro.

El impacto por hidrocarburos históricamente ha sido crónico y en algunas ocasiones alto, su presencia es el resultado del inadecuado manejo de combustibles utilizados en las embarcaciones, provocando en la Bahía de Buenaventura concentraciones que superan el valor de referencia de 10 µg/L; situación favorecida por la actividad marítima del más importante puerto sobre el Pacífico y las descargas de algunos ríos como el Anchicayá, el Dagua y el Potedó que cruzan algunas poblaciones. En la actualidad las concentraciones son bajas, pero en ocasiones superan los 5 µg/L en la Bahía y en los afluentes que desembocan en ella, lo que hace que los efectos crónicos sea una constante en el futuro.

Para el caso de los plaguicidas organoclorados las concentraciones halladas se encuentran muy por debajo del límite permisible de 30 ng/L establecido como referencia, considerando que no hay riesgo para los ecosistemas marinos y costeros del departamento del Valle del Cauca.

6.7. CONPES 3410. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación. Febrero de 2006.

Documento de estado para mejorar las condiciones de vida de la población del municipio de Buenaventura en el cual se tienen en cuenta todos los componentes y se plantean una serie de acciones y estrategias para dar cumplimiento a los objetivos propuestos. Dentro de los temas ambientales se destaca información como la baja fertilidad del suelo, la principal actividad de la zona es forestal lo cual ha causado la transformación del paisaje y se resalta el alto nivel de contaminación de la Bahía. Dentro de las actividades económicas la pesca es uno de los que mayor relevancia tiene aportando aproximadamente el 80% de este recurso al país. Resalta la importancia de tomar medidas frente a fenómenos naturales.

6.8. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR COMO INSUMO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LA UNIDAD AMBIENTAL COSTERA – UAC MÁLAGA – BUENAVENTURA. Deisy Lisbeth Rodríguez Bernal. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Diciembre 2012.

Por medio de la metodología COLMIZC, se desarrolla el manejo de la zona costera. Según la autora esta metodología consta de varias etapas que indican paso a paso cuales son los elementos que se deben tener en cuenta para obtener como primer producto la formulación del Plan de Manejo para la Unidad Ambiental Costera (UAC) Málaga – Buenaventura y llega a las siguientes conclusiones:

- Se recopiló información valiosa sobre la zona marino costera del departamento del Valle de Cauca, la cual servirá como insumo para la posterior formulación del Plan de Manejo de la Unidad Ambiental Costera Málaga-Buenaventura.
- Se evidenció que los vacíos de información están relacionados con la parte marina, puesto que solo se cuenta con algunas generalidades y los estudios específicos se han realizado en Bahía Málaga.
- Con la información recopilada no se evidencia trabajo permanente en temas de relacionados con la gestión del riesgo por parte de la corporación a pesar de ser una zona altamente vulnerable. En el POT se tienen evidenciados los riesgos y actualmente no se tiene información de las acciones que ha tomado el municipio respecto a este tema.

6.9. LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. 2004.

Se hace una breve descripción de la situación que se presenta en el país con respecto a la contaminación marina. Se identifica la problemática que enfrentan las costas y mares, describiendo las fuentes de contaminación, el estado de las aguas marinas y estuarinas y los efectos que produce la contaminación sobre los ecosistemas y poblaciones costeras, se hace un recuento del marco político y normativo en torno a la problemática, se describen las capacidades institucionales con que cuenta el país para enfrentar la problemática y se describen los avances logrados en los diferentes campos relacionados, como investigación, educación, saneamiento ambiental y gestión ambiental sectorial.

6.10. INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DEL AMBIENTE EN EL PACÍFICO SUDESTE - CASO COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR. Septiembre de 2010.

Este informe es una descripción del estado actual de la calidad ambiental marina en el litoral Pacífico colombiano, haciendo énfasis en el estado de contaminación y su impacto sobre los ecosistemas naturales y la biodiversidad. Así mismo, las políticas adaptadas por el país para preservar el ambiente, contribuir al desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la cuenca del Pacífico colombiano.

El informe es realizado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, a través de su programa de Investigación en Calidad Ambiental Marina, quien recopiló la información generada por diferentes entidades, tanto públicas como privadas.

6.11. INFORME DEL ESTADO DE LOS AMBIENTES Y RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA. Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. INVEMAR. 2011.

El propósito de este informe es proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

El proceso constante de articulación entre los actores que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, Establecimientos Públicos Ambientales, Departamentos Administrativos del Medio Ambiente, Institutos de Investigaciones - los entes territoriales y los sectores académicos y productivos, ha permitido consolidar una base de información que se integre de manera efectiva, apoyando el proceso de toma de decisiones frente al uso y manejo de nuestros ecosistemas marinos y costeros. (INVEMAR 2011).

6.12. LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS - PNMIZC. Comité Técnico Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras – CTNMIZC, Comisión Colombiana del Océano - CCO. 25 de Noviembre de 2010.

Este documento plantea alternativas para revertir el uso inadecuado y sobreexplotación que se ha venido dando por décadas a los principales recursos costeros que generan utilidad para la nación, así como para orientar el manejo adecuado de los conflictos de uso que se presentan constantemente entre algunos de los principales actores en las zonas costeras colombianas, ocasionando deterioro de los ecosistemas marinos, pérdida de la diversidad y de la productividad biológica, además de impactos negativos sobre el patrimonio cultural.

Se consideran los procesos de Manejo Integrado de Zonas Costeras ya existentes, se pretende articular los diversos instrumentos de planeación y proponer una estrategia de implementación que sirva de marco en el contexto nacional, regional y local.

Este documento también recoge la visión de las diferentes instituciones miembros del Comité Técnico Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras, sobre los aspectos importantes y relevantes que deben ser considerados en la formulación, aprobación e implementación del Plan Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras.

Las conclusiones a las que llegaron los autores en este documento son:

El proceso es continuo y se debe actualizar en la medida que las condiciones e intereses nacionales cambien, la estructura definitiva del plan debe responder a estas características.

El reto al que se debe llegar es hacer del Manejo Integrado de Zonas Costeras un proceso participativo no sólo a nivel social sino también institucional e intergubernamental para que los criterios que lo estructuran estén unificados desde el fondo del Estado en general y no se base exclusivamente en criterios de organismos técnicos.

La articulación de los diferentes niveles, nacional, regional y local, se debe respaldar con un marco normativo específico de alto carácter que guíe las actividades y en lo posible, a través de casos pilotos implementados permita ir ajustando el modelo y aplicación del Manejo Integrado de Zonas Costeras a todo el país.

6.13. POLÍTICA NACIONAL AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y LAS ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente - Dirección General de Ecosistemas. Bogotá D.C. Abril de 2001.

La Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, es un proyecto colectivo ambiental, en el cual las acciones y metas planteadas se dirigen, en conjunto, a avanzar en el ordenamiento, manejo adecuado y recuperación de los ecosistemas continentales y marinos, fortaleciendo la capacidad nacional para la investigación científica de los mares nacionales y su biodiversidad asociada, haciendo especial énfasis en los ecosistemas estratégicos marinos y en las áreas afectadas por impacto humano o fenómenos naturales (El Niño, Tsunami, Huracanes, etc.).

La política promueve la elaboración y ejecución de planes de manejo costero en el marco del concepto de “Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)”, apoyado sobre información científica, buscando la participación efectiva de las entidades responsables de la administración de los litorales y las comunidades locales.

Marco general conceptual de la PNAOCI (Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia).

Esta Política sigue el enfoque por ecosistemas como estrategia para promover la conservación y uso sostenible de los recursos de modo equitativo. Según la PNAOCI este enfoque ayuda a lograr un equilibrio entre los tres objetivos del Convenio de Diversidad Biológica (Ley 165 de 1994): conservación; utilización sostenible de los componentes de la biodiversidad; y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Esta Política se formula en el marco conceptual de la gestión integrada de los ecosistemas. Esto implica reconocer la integración que existe entre la naturaleza y la cultura, siendo los seres humanos parte integrante de los ecosistemas. Los objetivos de la política son eminentemente sociales y representan una oportunidad para la integración de objetivos expresados en otros instrumentos de política.

La PNAOCI es un marco guía amplio sobre los fundamentos sobre la zona costera su definición en el contexto del MIZC, presenta un diagnóstico de los usos múltiples de los espacios oceánicos y las zonas costeras así como su marco institucional y legal. La PNAOCI presenta los elementos de política, subobjetivos, estrategias dentro del ordenamiento ambiental territorial, y la sostenibilidad ambiental sectorial y de la base natural. Igualmente se adentra a los Instrumentos tanto científicos como de Gobernabilidad a nivel nacional, regional y local y resalta la importancia de la Educación y participación para el logro de sus objetivos.

6.14. ESTUDIO HIDRODINÁMICO Y SEDIMENTOLÓGICO DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MIKE21. Ministerio de Transporte. Dirección General de Transporte Marítimo, Universidad del Valle, Laboratorio de Proyectos Hidráulicos del Pacífico. Cali Febrero de 1999.

Considerando la complejidad de los fenómenos hidrodinámicos y sedimentológicos presentes en un sistema estuarino como la Bahía de Buenaventura y con el fin de lograr un mejor entendimiento de estos fenómenos y permitir de esta manera proponer y evaluar posibles alternativas de solución al problema de sedimentación, este estudio tiene como propósito fundamental lograr

un mejor conocimiento de los fenómenos hidrodinámicos y los procesos del transporte de sedimentos finos cohesivos (lodos) y granulares (arenas) en la Bahía de Buenaventura mediante la implementación del modelo matemático bidimensional MIKE21.

Durante el estudio se hicieron análisis de sensibilidad de los principales parámetros hidráulicos y del sedimento. Mediante la simulación numérica se investigó la influencia en la hidrodinámica de la Bahía de parámetros como la rugosidad y la viscosidad turbulenta o de remolino. Igualmente fue evaluada la influencia en los patrones de sedimentación y erosión de parámetros y factores como los coeficientes de dispersión, la velocidad de caída de los sedimentos en suspensión, las concentraciones de sedimentos suspendidos en las fronteras.

6.15. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA EN AUSENCIA DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO – PORH. METODOLOGÍA MESOCA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Bogotá. 2006.

Programa de apoyo horizontal para la implementación de tasas retributivas por vertimientos puntuales en las entidades del SINA.

La Guía se propone como una herramienta especialmente diseñada para el establecimiento de Objetivos de Calidad, en ausencia del Plan de Ordenamiento del Recurso – PORH y se sustenta como una herramienta versátil, la cual pueda ser utilizada en condiciones de mejor información disponible, con énfasis en los cuerpos de agua lóticos.

Estudios de calidad del agua en la bahía de buenaventura – realizados por la corporación autónoma regional del valle del cauca (CVC).

La Corporación Autónoma Regional del Valle desde el año de 1995 viene consolidando información sobre la calidad de agua de la Bahía, para lo cual realiza mediciones periódicas de variables físico-químicas y bacteriológicas en la Bahía y en puntos de entrega de sus tributarios.

Del procesamiento de la información existente se han elaborado informes de análisis de los cuales seguidamente se presenta una síntesis de los principales trabajos.

6.16. INFORME No. 008-2000. Muestreo y análisis de calidad de agua en la Bahía de Buenaventura. 1998- 1999. Luisa Marina Baena. 2000.

Se efectuó el análisis de las concentraciones de variables físico-químicas y bacteriológicas, realizado en cuatro muestreos (dos por año) durante los años de 1998 y 1999; solo para el primer año fue posible realizarlos también en los ríos tributarios.

Para los coliformes totales y fecales del análisis de nueve puntos en cercanías a la isla Cascajal se encontró que ningún sitio es apto para recreación primaria, natación y buceo y en lo correspondiente a recreación mediante contacto secundario, deportes náuticos y pesca, solamente un punto resultó ser apto.

6.17. METALES EN SEDIMENTOS - BAHÍA

Se tomaron muestras de siete puntos alrededor de la isla Cascajal, y se analizaron Cobre, Zinc, Plomo, Cadmio, Níquel, Cromo y Mercurio. De los anteriores no se detectó presencia de Cadmio y Mercurio; aunque fueron significativos los niveles de Cobre, Zinc, Cromo y Níquel. Igualmente se encontró Plomo, aunque en concentraciones bajas.

6.18. METALES EN SEDIMENTOS - TRIBUTARIOS

En ninguna de las desembocaduras se encontró Plomo, Cadmio y Mercurio. Se hallaron concentraciones apreciables de Cobre, Zinc, Níquel y Cromo.

Para los tributarios Dagua, Anchicaya, Potedo y Raposo se tomaron muestras en la desembocadura, sin encontrarse aporte de Mercurio a la Bahía; según estas mediciones el río Potedo es el que aporta mayor concentración de sólidos a la Bahía, seguido del río Dagua.

6.19. INFORME GENERAL AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA. Amparo Duque. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. 2003.

En este documento se realiza un diagnóstico ambiental de la cuenca de la Bahía de Buenaventura y lo referente a calidad del agua. Sobre la base de registros que datan desde el año 1995, se asegura:

- Los aportes de sedimentos en la Bahía de Buenaventura se realizan principalmente a través de los ríos Raposo y Dagua.
- Debido a los aportes de materia orgánica provenientes de aguas residuales domésticas, se observa calidad bacteriológica inadecuada para el uso de bañistas.
- Las condiciones de la marea inciden en la calidad de las aguas tanto de la Bahía como en las playas, siendo mejor la calidad para marea baja.

6.20. MUESTREO Y ANÁLISIS DE MERCURIO EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA. Luisa Marina Baena. Laboratorio Ambiental. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC. 1996.

El estudio se basa en un monitoreo realizado en Abril de 1996, en donde se tomaron muestras de agua y sedimentos. Para calidad del agua se seleccionaron 6 puntos de muestreo y para cada punto a tres profundidades, superficial, media y a un metro del fondo. Mientras que para sedimentos se tomaron muestras en cinco 5 puntos alrededor de la isla Cascajal.

Para las muestras de agua se seleccionaron los siguientes puntos:

- | | |
|---------|---|
| Punto 1 | Frente a punta Bazán y punta Soldado |
| Punto 2 | Frente a punta la Quida y desembocadura del río Anchicayá |
| Punto 3 | Frente a desembocadura del río Potedó |

Punto 4 Frente a punta Arenas y punta Limones
Punto 5 Frente a isla Cangrejo e isla Pájaro
Punto 6 Frente a Buenaventura

Igualmente los puntos seleccionados para la toma de muestras de material de fondo fueron:

Puente el Piñal
Estero el Pailón frente al SENA
La Base
Frente a Buenaventura
Frente a Bocas de Fabián

Los análisis se realizaron con el equipo disponible en el Laboratorio Ambiental de la Corporación, el cual consistente en un analizador de Mercurio marca Perkin-Elmer, modelo MAS-50A referencia C 050-0004.

Este documento concluye:

- Los valores de pH son del orden de 7.0 unidades para todos los sitios y todas las profundidades.
- La conductividad es coherente con los anteriores análisis realizados desde el año 1994 y varían entre 20 y 40 mS/cm, lo cual es coherente por tratarse de muestras salinas con altas concentraciones de Sodio y Cloruros.
- La concentración de Sólidos Suspendidos Totales es variable y es proporcional a la profundidad del agua en la que fue tomada la muestra.
- El Mercurio resultó no detectable para agua y material de fondo, para el límite de detección del equipo de 0,1 µg/l.

6.21. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA DESTINACIÓN PARA RECREACIÓN MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO Y SECUNDARIO. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2010.

En este informe se actualiza, se evalúa y se procesan los resultados de los monitoreos realizados por la CVC en la Bahía de Buenaventura entre los años 2000 y 2010 y se comparan los resultados con los límites establecidos por la legislación colombiana existente.

Este documento concluye que según los resultados de los monitoreos realizados por la CVC en la Bahía de Buenaventura durante el periodo 2000 a 2010, se observa que la calidad del agua, en términos generales, para la mayoría de los sitios de monitoreo, ha mejorado.

Basado en los análisis y los límites establecidos por la legislación tanto para coliformes totales como fecales, actualmente en el canal de acceso al puerto (a lo largo de la Bahía), el agua es no es apta para recreación mediante contacto primario (natación y buceo) y si es apta para recreación mediante contacto secundario, es decir, deportes náuticos y pesca. Por el contrario, en los sitios cercanos al casco urbano del municipio de Buenaventura, en la parte más interna de la Bahía, el intercambio de agua es menor por acción de las mareas y se realiza descarga directa de los vertimientos domésticos del municipio de Buenaventura al mar, por lo cual en esta zona, el agua no es apta para recreación mediante contacto primario ni secundario, las concentraciones de coliformes totales y fecales medidas evidencian polución fecal, presencia de excretas de animales de sangre caliente y por ende, contaminación con organismos patógenos.

6.22. EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA Y RÍOS TRIBUTARIOS. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2010.

El estudio presenta los resultados de la evaluación de siete metales pesados: Plomo, Cadmio, Níquel, Cobre, Cromo, Zinc y Mercurio en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, en el periodo 1998 – 2010, considerando que este componente del ecosistema puede constituir uno de los depósitos que mejor refleja la

acumulación de metales pesados y se comparan con los límites establecidos por la Environmental Protection Agency (EPA) y con valores reportados en estudios similares realizados a nivel mundial.

Los sitios monitoreados son ocho estaciones ubicadas en parte interna de la Bahía de Buenaventura, alrededor de la Isla cascajal o casco urbano del municipio de Buenaventura y cinco estaciones en la desembocadura de los principales tributarios de la Bahía, los ríos: San Juan, raposo, Anchicayá, Potedó y Dagua.

El estudio se basa en los resultados analíticos de 16 monitoreos de sedimentos realizados por la CVC en el periodo de 1998 a 2010, en las ocho estaciones sobre la Bahía de Buenaventura y en los resultados de 11 monitoreos de sedimentos realizados por la CVC en el periodo de 2005 a 2010, en las cinco estaciones sobre la desembocadura de los tributarios de la Bahía de Buenaventura: Dagua, Anchicayá, Potedó, Raposo y San Juan.

El estudio presenta las siguientes conclusiones:

Según los resultados de los monitoreos de sedimentos marinos realizados por la CVC en la Bahía de Buenaventura durante el periodo 1998 a 2010 y en los ríos tributarios durante el periodo 2005 a 2010, se observa lo siguiente:

En los sedimentos marinos de los sitios monitoreados en la Bahía de Buenaventura, se evidencia la presencia de metales pesados principalmente Cobre, Cromo, Níquel y Zinc, sin embargo las concentraciones detectadas en 2010 son del orden de los promedios históricos de los últimos diez años.

Las concentraciones de Cobre, Cromo y Zinc encontradas en los sedimentos marinos de todas las estaciones monitoreadas superan los límites de clasificación Muy Contaminado establecidos por la EPA.

Las concentraciones de Plomo detectadas en los sedimentos marinos de todas las estaciones monitoreadas no evidencian contaminación por ese metal. Las concentraciones de Níquel se encuentran en el límite de clasificación de Moderadamente Contaminado establecido por la EPA.

En ninguna de las estaciones de monitoreo fue detectada la presencia de Cadmio y el Mercurio fue detectado a nivel de trazas, en concentraciones muy inferiores al límite establecido por la EPA para contaminación por este metal en sedimentos. En el muestreo realizado en 2010 no se detectó presencia de Mercurio en sedimentos.

Las estaciones de muestreo identificadas como 227, ubicada cerca a la desembocadura del Estero San Antonio y 239, ubicada cerca al Puente El Piñal, son las que evidencian mayor presencia de metales en sedimentos.

En términos generales las concentraciones de metales en sedimentos marinos de la Bahía de Buenaventura, están en los rangos reportados en estudios similares realizados en zonas costeras de Chile, Paraguay, Cuba, México, España y Estados Unidos.

Los sedimentos de los ríos San Juan y Dagua son los que presentan mayores concentraciones de los metales Plomo, Níquel, Cobre, Cromo y Zinc. Para el Mercurio la mayor concentración se encuentra en el río San Juan, seguido de los ríos Raposo y Dagua. Sin embargo en el monitoreo realizado en 2010 no se detectó presencia de Mercurio en los sedimentos de ninguno de los ríos tributarios.

6.23. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS PLAYAS DEL PACÍFICO Y BAHÍA DE BUENAVENTURA PERIODO 2000 – 2012. REINGENIERÍA DE LA RED DE MONITOREO. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Luisa Marina Baena Álvarez. Santiago de Cali. 2012.

El propósito de este informe es actualizar la evaluación y procesamiento de los resultados de los monitoreos realizados por la CVC en la Bahía de Buenaventura y playas del Pacífico Vallecaucano entre los años 2000 y 2012, así como revisar la red de monitoreo de la calidad del agua en la Bahía de Buenaventura y plantear la optimización de ésta.

6.24. BAHÍA DE BUENAVENTURA

Hasta el año 2012, la CVC tiene establecido un programa de monitoreo en la Bahía de Buenaventura con una frecuencia semestral y el análisis de, entre 5 y 10 parámetros de calidad, dependiendo de la estación de monitoreo. Cuenta con información histórica sistematizada de doce años en treinta estaciones de monitoreo distribuidas a lo largo de la Bahía y alrededor de la isla Cascajal. De estas estaciones quince cuentan con información bacteriológica. La cantidad de estaciones ha tenido variaciones, pasando desde nueve estaciones en 1995 a sesenta en el año 2000, quedando estandarizada en treinta estaciones desde 2005.

Las estaciones fueron determinadas en forma aleatoria mediante la creación de una malla imaginaria en el área de la Bahía y se encuentran distribuidas a lo largo de ésta.

6.25. PLAYAS DEL PACIFICO VALLECAUCANO

En 1996 la CVC realizaba los muestreo en las Playas del Pacífico en diez estaciones de monitoreo en semana, fin de semana y festivos encontrándose que los periodos más representativos de la calidad del agua son los fines de semana y festivos debido a la alta incidencia de los vertimientos generados por la población flotante (turismo) en la zona. Igualmente se tomaron muestras a diferentes horas del día, con lo se comprobó que los picos de contaminación se presentan en marea baja, debido al drenaje de esteros y canales receptores de vertimientos. A partir de esto quedó establecido el programa de monitoreo en las playas del Pacífico para los fines de semana, preferiblemente en la marea más baja y con frecuencia semestral.

Las estaciones de muestreo se establecieron tratando de ubicar un primer sitio al inicio de la playa, un segundo sitio en el centro de la playa y un tercer sitio al final de la playa, quedando definidos así:

JUANCHACO

- Frente al muelle turístico
- Diagonal al Hotel Palm View, que es la parte central de la playa donde se agrupa la mayor cantidad de turismo
- Frente al puente entre Juanchaco y Ladrilleros

LADRILLEROS

- Frente al Hotel Medellín, la parte donde inicia la playa de Ladrilleros
- Frente a Cabañas Carvajal, parte central de la playa donde se observa la mayor cantidad de turismo
- Frente a Cabaña Amarilla, antes de La Barra, donde termina la parte turística de la playa de Ladrilleros
- La Barra

LA BOCANA

- Frente al muelle turístico
- Frente al Hotel Bocana, donde se agrupa la mayor cantidad de turismo de La Bocana
- Ensenada de Pianguita, en todo el centro donde se agrupa todo el turismo de Pianguita

El estudio llega a las siguientes conclusiones:

Según los resultados de los monitoreos realizados por la CVC en la Bahía de Buenaventura durante el periodo 2000 a 2011, considerando los indicadores de coliformes totales y coliformes fecales, se observa que la calidad del agua, en términos generales para la mayoría de los sitios de monitoreo, se ha mantenido en los últimos años en condiciones de no apta para la recreación mediante contacto primario (natación y buceo), siendo la zona más crítica la circundante al casco urbano de Buenaventura. El canal de acceso a la Bahía en general se ha encontrado apto para recreación mediante contacto secundario (deportes náuticos y pesca).

Basado en los análisis y los límites establecidos por la legislación tanto para coliformes totales como fecales, actualmente, año 2012, en el canal de acceso al puerto (a lo largo de la Bahía), el agua no es apta para recreación mediante contacto primario (natación y buceo) y solo en algunos sitios es apta para recreación mediante contacto secundario, es decir, deportes náuticos y pesca.

En los sitios cercanos al casco urbano del municipio de Buenaventura, en la parte más interna de la Bahía, el intercambio de agua es menor por la dinámica de las mareas sumado a que se realiza descarga directa de los vertimientos domésticos del municipio de Buenaventura al mar, por lo tanto en esta zona el agua no es apta para recreación mediante contacto primario ni secundario, las concentraciones de coliformes totales y fecales medidas sobrepasan los límites y evidencian polución fecal, presencia de excretas de animales de sangre caliente y, por ende, contaminación con organismos patógenos.

Actualmente, en ninguna de las diez estaciones de monitoreo en Juanchaco, Ladrilleros, La Bocana, La Barra y Pianguita, el agua es apta para recreación mediante contacto primario y solamente en las estaciones Frente al Hotel Palm View en Juanchaco y frente a Cabaña Amarilla y La Barra en Ladrilleros, el agua es apta para la recreación mediante contacto secundario. Nuevamente las concentraciones de coliformes totales y fecales medidas evidencian polución fecal y por ende, contaminación con organismos patógenos.

Objetivos de calidad de agua en otras regiones:

6.26. RESOLUCIÓN 1970 DE 2006. Corporación Autónoma Regional de la Guajira, CORPOGUAJIRA. 2006.

Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua del departamento de la Guajira para el periodo 2006 – 2016.

6.27. RESOLUCIÓN 0258 DE 2011. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. CRA. 2006.

Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para las cuencas hidrográficas del departamento del Atlántico para el periodo 2011-2020.

6.28. PLAN DE MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA – CAUCA - SEGUNDA FASE. Proyecto FFEM – CORMAGDALENA. 30 de Abril de 2007.

Este Plan de Manejo de la Cuenca del río Magdalena - Cauca, define los Objetivos de Calidad mínimos razonables que podrían ser alcanzados a lo largo de una vida útil de 12 años y está basado en datos del año 2007.

Según los lineamientos definidos por la ley 161, CORMAGDALENA tiene como objetivo establecer y seguir los objetivos de calidad sobre tres principales ejes de trabajo:

- Reforestación
- Contaminación de las aguas
- Restricciones artificiales de Caudales

Así, para cada uno de estos ejes se definieron los temas e indicadores correspondientes que deberán ser monitoreados para verificar si los esfuerzos logrados por las instituciones regionales permiten alcanzar los objetivos de calidad fijados.

Este Plan de Manejo de la cuenca, es una serie de líneas estratégicas comunes que, al ser aplicadas, permitirán lograr un mejoramiento global de la calidad de la cuenca Magdalena – Cauca.

El Plan de Manejo de la Cuenca, representará un mínimo denominador común a todas las instituciones para actuar de manera sinérgica sobre la calidad de la cuenca del Magdalena – Cauca.

7. ANÁLISIS DE MONITOREOS

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), realiza un monitoreo semestralmente en 55 estaciones a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura y distribuidos así:

- 30 sitios de muestreo en la Bahía de Buenaventura
- 10 sitios de muestreo en Playas del Pacifico, La Bocana, Ladrilleros y Juanchaco
- 15 sitios de muestreo en ríos tributarios de la Bahía de Buenaventura, río Dagua, río Anchicayá, río Potedó, río Raposo y río San Juan

En cada sitio de monitoreo se realizan análisis de los siguientes parámetros: temperatura, pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad, sólidos totales, sólidos suspendidos, color, coliformes totales y coliformes fecales, los principales requeridos para evaluar la calidad del agua de acuerdo al principal uso en la zona que es recreación de contacto primario y secundario.

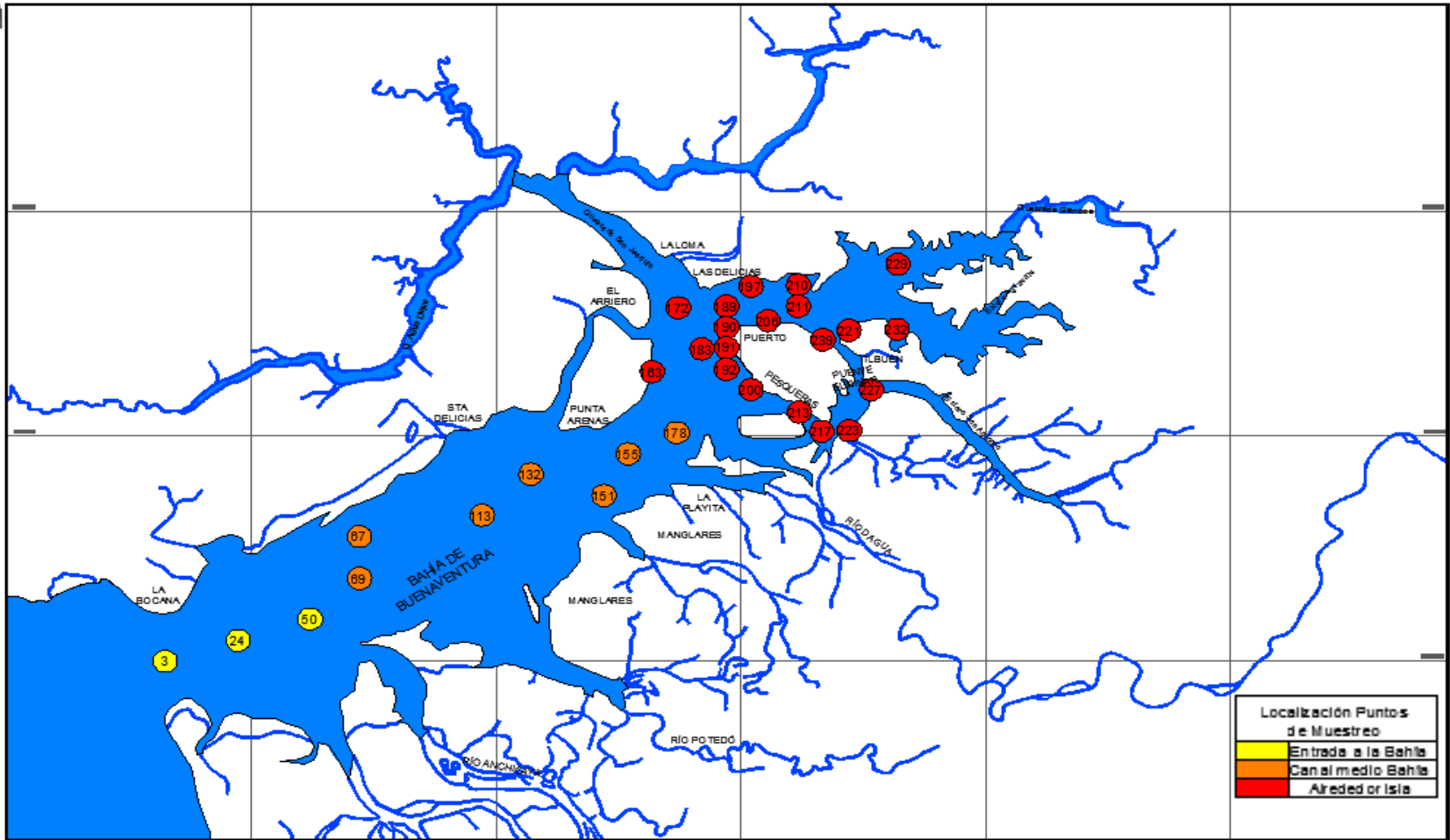
A partir del año 2012 se redefinió el programa de monitoreo de la Bahía de Buenaventura quedando 15 de los 30 puntos de monitoreo.

El propósito de este proyecto es recopilar la información de los monitoreos que se han realizado en la CVC en la Bahía de Buenaventura desde el año 2005, procesar los resultados, realizar gráficas que muestren el comportamiento de cada parámetro monitoreado a través del tiempo para poder determinar la calidad del agua de la Bahía y poder de esta manera proponer la realización de muestreos adicionales.

Los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura se identificaron de la siguiente manera para hacer más fácil su análisis:

Los puntos de muestreo 3, 24 y 50 en color amarillo son los correspondientes a la entrada del agua a la Bahía, los puntos 67, 69, 113, 132, 151, 155 y 178 en color naranja están ubicados en la parte media del canal de acceso al puerto de la Bahía de Buenaventura y en color rojo los puntos 163, 172, 183, 189, 190, 191, 192, 197, 200, 206, 210, 211, 213, 217, 221, 223, 227, 229, 232 y 239 ubicados alrededor de la Isla de Buenaventura, como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. Bahía de Buenaventura. Localización puntos de muestreo



7.1. TEMPERATURA

En los Cuadros 2 y 3 se presentan todos los datos de temperatura de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 1 y 2 se presentan los resultados de las mediciones de temperatura tanto para los primeros semestres como para los segundos semestres de los años muestreados. En el primer semestre de los años muestreados se puede observar que las temperaturas más altas fueron en el año 2010 y las más bajas en el año 2007. La temperatura más alta se dio en el punto de muestreo 221 con 30,80°C y está ubicado entre la Isla de Buenaventura y el Estero Gamboa en la parte Norte del puente El Pinal, la temperatura más baja se dio en el punto 24 en el año 2007 con 26,4°C, este punto está ubicado en la entrada a la Bahía. También se puede observar que las temperaturas más altas se encuentran en los puntos muestreados alrededor de la Isla de Buenaventura.

En el segundo semestre de los años muestreados se observa que las temperaturas más altas fueron en el año 2006 con 30,9°C en el punto 217 que está ubicado en la parte Sur de la Isla Buenaventura y exactamente en el sitio de las pesqueras, las temperaturas más bajas fueron en el año 2011 en el punto 223 con 25°C, este punto se encuentra localizado en la punta más Sur de la Isla de Buenaventura.

En general, la temperatura superficial se encuentra entre los 27 y 29°C a lo largo de toda la Bahía. La temperatura también depende del estado de la marea. Las más altas temperaturas deben ser en marea baja como consecuencia del mayor calentamiento solar

Cuadro 2. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	28,60	28,70	28,20	29,30	28,30	28,30	26,60	27,90	28,20
24		28,50	28,60	29,50	28,20	28,30	26,40	27,50	28,20
50		28,70	28,80	29,50	27,80	28,40	26,50	27,10	28,00
67		28,60	29,00	29,10	28,00	28,20	27,50	27,70	28,20
69	28,60	28,70	28,80	29,50	28,00	28,30	26,90	27,70	27,90
113	28,90	28,70	28,70	29,60	28,10	28,20	27,50	28,00	28,40
132	28,70	28,60	29,10	29,20	28,20	28,40	27,30	28,10	28,30
151		28,20	28,80	29,30	28,20	28,00	27,50	27,90	28,50
155		28,30	28,90	29,60	28,30	28,30	27,40	28,10	28,40
163		29,10	28,80	29,70	28,20	28,20	27,70	28,20	28,40
172		29,00	28,80	30,00	28,10	28,20	28,00	28,20	28,70
178	28,50	29,20	29,00	29,50	28,30	28,30	27,60	27,90	28,50
183		29,70	28,90	30,30	29,30	28,70	27,60	28,80	28,80
189		29,20	28,60	30,00	28,60	28,70	27,70	28,30	28,80
190	28,60	29,80	29,00	30,50	29,20	28,90	28,00	28,50	28,70
191		29,40	28,40	30,30	29,00	29,00	28,20	30,00	29,10
192		29,50	29,20	29,90	29,20	28,90	28,50	28,60	29,10
197	28,40	29,20	28,70	30,20	28,80	28,60	28,30	28,70	29,00
200	28,10	29,60	28,40	31,10	28,50	29,60	30,20	28,50	29,50
206	28,50	29,70	28,70	29,80	29,50	29,00	27,80	28,40	28,80
210		29,20	28,60	30,40	28,80	29,10	28,90	28,40	29,10
211	28,60	29,70	28,80	30,30	28,90	29,40	28,20	28,40	29,10
213	28,30	29,50	28,40	30,10	28,90	29,20	28,20	28,90	29,10
217	28,50	29,00	28,80	30,40	28,90	29,50	27,80	28,20	28,90
221		29,30	28,60	30,00	29,10	30,80	27,90	29,00	28,70
223		28,80	28,50	30,20	29,00	28,90	27,90	28,40	29,90
227	28,70	29,00	28,80	30,30	29,10	28,70	27,60	28,30	28,70
229		29,30	28,70	30,00	28,80	28,90	27,90	28,50	29,20
232	28,70	29,20	28,80	29,60	28,60	28,50	28,00	28,60	28,80
239	28,60	29,30	28,70	29,30	28,40	28,80	27,40	28,20	28,60

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

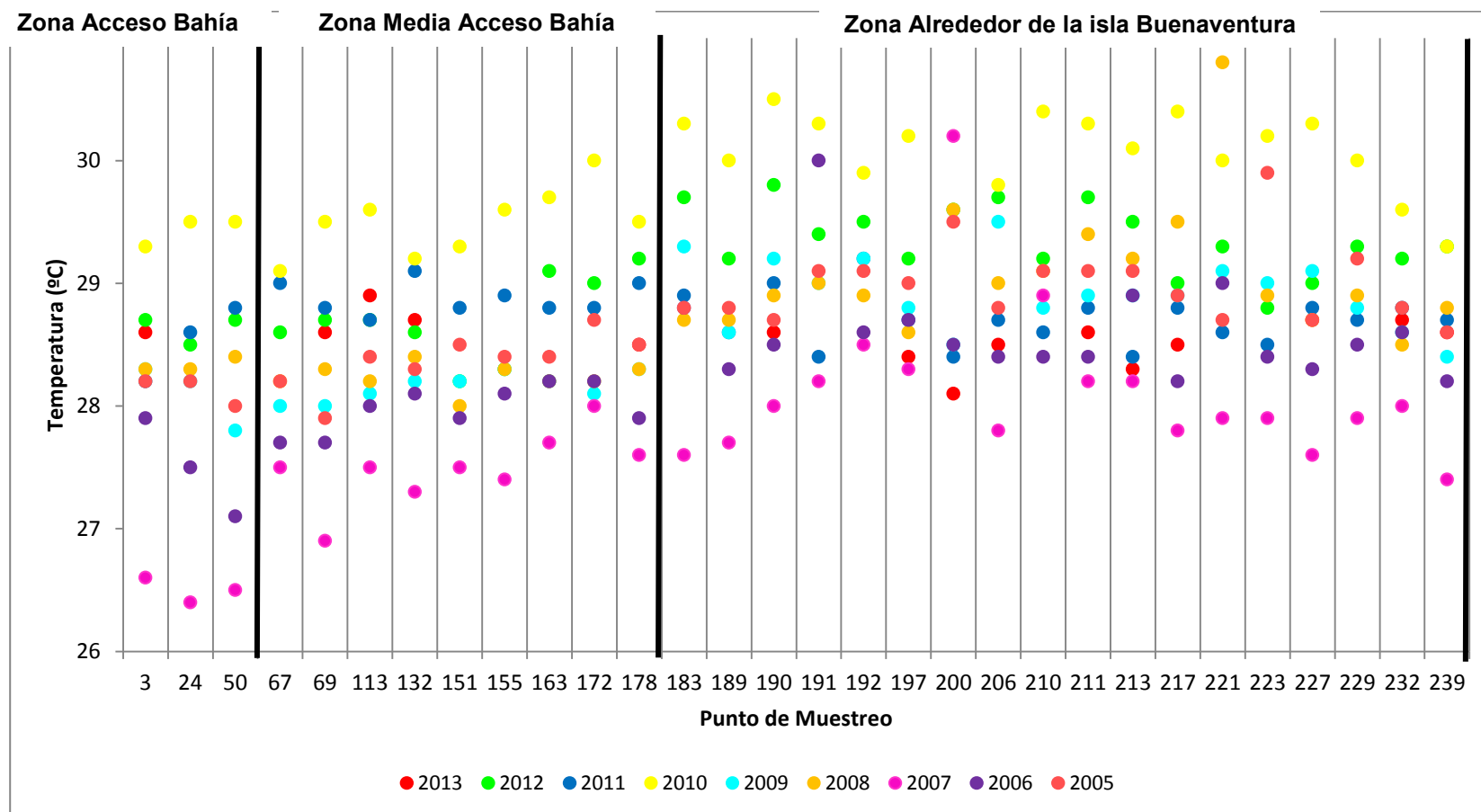
Cuadro 3. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	28,00	28,70	27,20	27,30	29,00	28,50	28,40	28,60	26,80
24		28,50	27,10	26,30	28,90	27,90	28,70	28,60	26,20
50		28,70	27,00	26,10	29,00	27,70	28,60	28,70	25,80
67		28,60	27,10	27,40	28,50	27,90	27,60	28,60	27,10
69	27,90	28,70	27,10	27,30	29,10	27,50	28,30	28,90	26,80
113	27,70	28,70	26,80	26,80	28,90	27,70	28,20	28,80	26,80
132	27,70	28,60	27,40	27,50	28,90	28,00	28,50	28,90	26,60
151		28,20	26,90	27,90	28,80	27,80	28,30	29,10	27,00
155		28,30	26,20	28,00	28,30	27,80	28,20	29,10	27,20
163		29,10	27,30	27,80	28,90	28,10	28,90	29,10	25,30
172		29,00	27,10	27,60	28,50	28,20	28,60	29,00	27,20
178	27,20	29,20	25,20	27,60	28,30	27,50	28,20	29,10	26,70
183		29,70	26,20	27,70	29,10	28,00	28,40	29,20	27,00
189		29,20	27,40	27,80	28,90	28,10	28,30	29,00	27,20
190	27,20	29,80	27,50	27,90	29,20	28,20	28,30	29,80	27,40
191		29,40	27,40	28,60	28,90	27,90	27,70	29,60	27,20
192		29,50	26,50	27,70	28,90	28,00	28,20	29,40	27,20
197	27,60	29,20	27,70	27,90	29,40	28,30	28,00	29,40	27,20
200	27,90	29,60	26,30	27,70	28,80	28,50	28,30	30,00	27,40
206	27,20	29,70	27,90	27,60	29,20	27,90	27,90	29,80	27,50
210		29,20	27,60	28,00	29,90	28,50	28,20	29,30	27,40
211	27,60	29,70	28,10	28,00	29,30	28,50	28,10	29,50	27,20
213	27,80	29,50	27,30	27,80	28,70	28,40	28,70	30,20	27,30
217	27,60	29,00	27,20	27,80	28,90	28,20	28,20	30,90	27,40
221		29,30	27,50	28,30	29,10	27,90	28,20	29,20	27,30
223		28,80	25,00	27,70	28,30	27,10	28,30	29,40	27,60
227	26,50	29,00	26,00	27,50	29,60	27,40	28,40	29,70	27,60
229		29,30	28,00	27,90	29,40	28,30	28,10	29,90	27,70
232	27,90	29,20	28,20	27,60	29,00	27,80	28,60	29,00	27,30
239	28,00	29,30	27,70	27,40	29,10	28,00	27,90	29,10	27,30

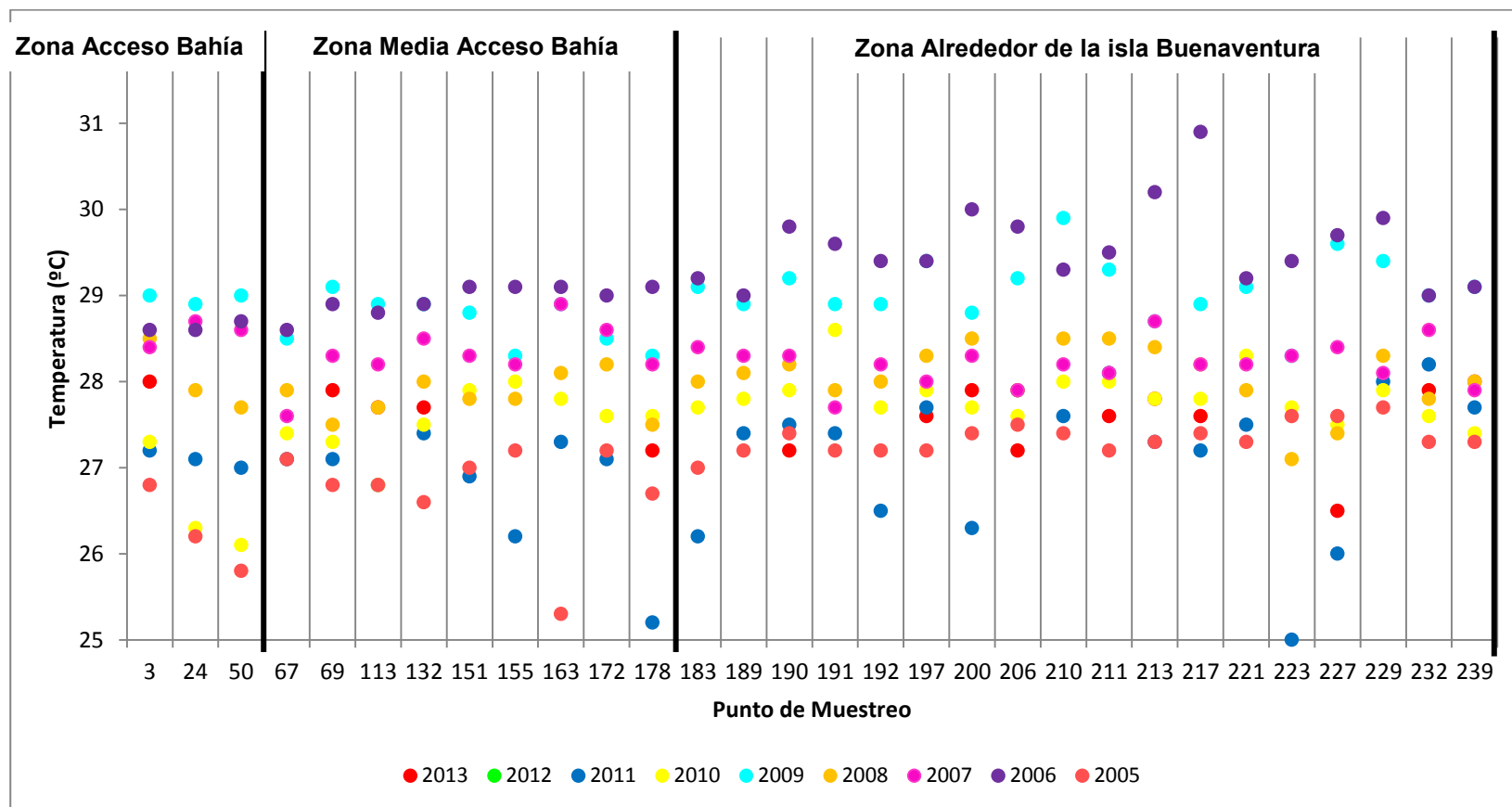
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

Gráfica 1. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)



Gráfica 2. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Temperatura (°C)



7.2. pH

En los Cuadros 4 y 5 se presentan todos los datos de pH de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 3 y 4 en el primer semestre de los años muestreados se puede observar que los pH más alcalinos fueron en el año 2007 y los más ácidos en el año 2010, El pH más alcalino se dio en el punto de muestreo 151 con 8,7 unidades y está ubicado en la parte media de la Bahía llegando a la Isla de Buenaventura, se encontró el pH más cercano a neutro en el punto 239 en el año 2010 con 6,45 unidades, este punto está ubicado en el lado Occidental de la Isla de Buenaventura al Norte del puente El Pinal. También se puede observar que el pH es muy constante a través de los años.

En el segundo semestre de los años muestreados se observa que los pH más alcalinos fueron en el año 2007 con 9,58 unidades en el punto 24 que está ubicado en la entrada a la Bahía de Buenaventura, los pH más ácidos fueron en el año 2010 en el punto 227 con 5,35 unidades, este punto se encuentra localizado debajo del puente El Pinal que llega a la Isla de Buenaventura.

Los pH se encuentran entre 7 y 9 unidades a lo largo de toda la Bahía y a través de los años analizados, observándose que corresponde a un pH que muestra débil acidez.

Cuadro 4. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	7,60	7,72	7,74	6,82	7,63	7,725	8,43	7,85	8,16
24		7,78	7,69	6,82	7,65	7,685	8,62	8,47	8,17
50		7,76	7,66	6,86	7,54	7,72	8,69	8,17	8,10
67		7,72	7,62	6,72	7,59	7,695	8,69	8,19	8,12
69	7,53	7,75	7,64	6,80	7,58	7,635	8,74	8,17	8,06
113	7,44	7,60	7,54	6,66	7,56	7,61	8,62	8,17	8,13
132	7,40	7,54	7,56	6,75	7,50	7,655	8,67	8,14	8,02
151		7,59	7,49	6,76	7,50	7,57	8,70	8,12	8,02
155		7,52	7,44	6,70	7,54	7,55	8,61	8,19	8,01
163		7,44	7,42	6,69	7,38	7,38	8,57	8,08	7,83
172		7,46	7,39	6,70	7,37	7,29	8,53	8,02	7,86
178	7,36	7,50	7,38	6,72	7,46	7,415	8,58	8,10	7,98
183		7,56	7,36	6,62	7,47	7,36	8,55	8,11	7,98
189		7,42	7,49	6,71	7,36	7,37	8,52	7,95	7,95
190	7,35	7,43	7,43	6,62	7,40	7,375	8,60	7,96	7,89
191		7,43	7,48	6,61	7,49	7,385	8,56	8,13	7,96
192		7,60	7,39	6,66	7,46	7,41	8,56	8,09	7,96
197	7,29	7,46	7,50	6,70	7,40	7,285	8,49	7,98	7,96
200	7,27	7,59	7,41	6,70	7,34	7,47	8,53	8,06	7,94
206	7,29	7,38	7,38	6,59	7,40	7,2	8,48	7,94	7,82
210		7,58	7,48	6,58	7,37	7,295	8,50	7,90	7,90
211	7,29	7,51	7,40	6,63	7,37	7,29	8,53	7,99	7,94
213	7,12	7,43	7,37	6,64	7,26	7,365	8,51	7,98	7,95
217	7,12	7,39	7,30	6,61	7,31	7,43	8,43	7,93	7,92
221		7,44	7,34	6,48	7,21	7,395	8,33	7,91	7,74
223		7,35	7,45	6,52	7,38	7,365	8,43	8,02	7,98
227	6,87	7,37	7,17	6,63	7,20	7,16	8,35	7,95	7,90
229		7,46	7,42	6,55	7,47	7,355	8,46	7,82	7,77
232	7,24	7,36	7,34	6,46	7,18	7,12	8,24	7,93	7,58
239	7,29	7,46	7,36	6,45	7,22	7,185	8,32	7,96	7,68

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

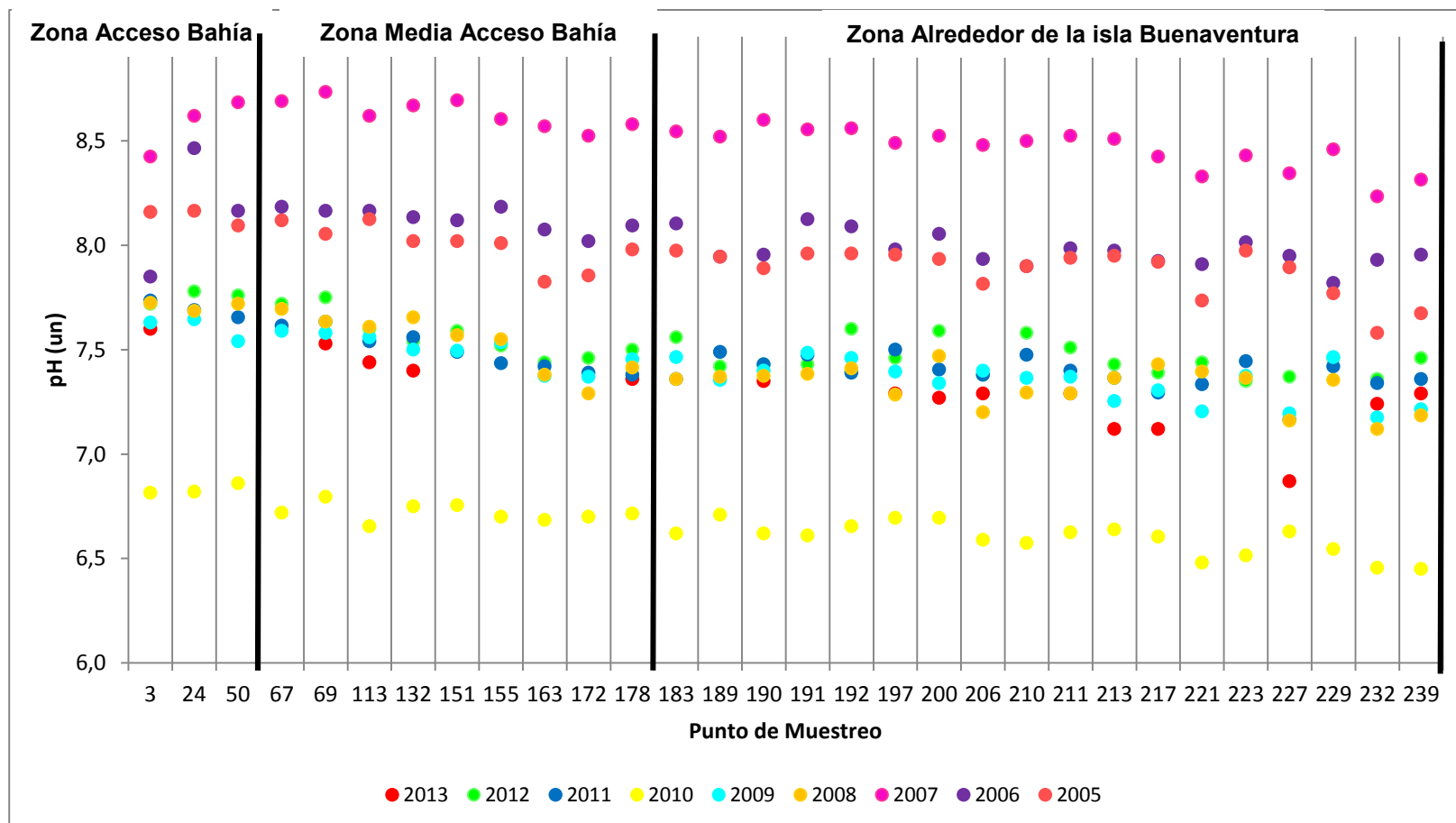
Cuadro 5. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	8,26	7,49	7,66	5,50	7,28	7,59	9,34	7,93	7,84
24		7,68	7,55	5,46	7,30	7,51	9,58	8,16	7,78
50		7,74	7,52	5,55	7,28	7,50	9,55	8,19	7,82
67		7,70	7,51	5,55	7,27	7,51	9,50	8,06	7,91
69	7,52	7,73	7,54	5,53	7,28	7,42	9,57	8,16	7,79
113	8,04	7,72	7,43	5,39	7,27	7,44	9,54	8,02	7,93
132	8,00	7,66	7,45	5,58	7,18	7,49	9,56	8,00	7,85
151		7,67	7,40	5,54	7,17	7,42	9,57	8,02	7,84
155		7,65	7,27	5,52	7,24	7,37	9,46	8,00	7,83
163		7,63	7,28	5,45	7,00	7,15	9,40	7,87	7,61
172		7,55	7,22	5,49	7,07	7,13	9,34	7,79	7,65
178	7,23	7,62	7,28	5,51	7,08	7,29	9,44	7,93	7,82
183		7,61	7,22	5,43	7,15	7,35	9,23	7,88	7,77
189		7,54	7,29	5,54	6,98	7,38	9,24	7,82	7,75
190	7,64	7,55	7,30	5,38	6,96	7,41	9,30	7,74	7,70
191		7,60	7,35	5,40	7,18	7,36	9,29	7,85	7,74
192		7,66	7,16	5,42	7,01	7,33	9,28	7,88	7,73
197	7,70	7,56	7,36	5,52	7,00	7,10	9,19	7,65	7,77
200	7,95	7,68	7,22	5,39	6,79	7,40	9,25	7,77	7,77
206	7,69	7,47	7,27	5,40	6,95	7,02	9,25	7,67	7,66
210		7,64	7,40	5,42	6,94	7,06	9,18	7,55	7,72
211	7,77	7,59	7,19	5,49	6,93	7,03	9,27	7,65	7,74
213	7,86	7,65	7,27	5,37	6,94	7,36	9,27	7,60	7,81
217	7,82	7,58	7,26	5,39	6,95	7,46	9,24	7,48	7,77
221		7,36	7,13	5,37	6,87	7,08	9,05	7,58	7,64
223		7,56	7,52	5,40	7,15	7,18	9,24	7,53	7,80
227	8,01	7,44	7,02	5,35	6,78	7,11	9,22	7,44	7,83
229		7,51	7,29	5,44	7,16	7,28	9,24	7,48	7,68
232	7,80	7,39	7,19	5,39	6,88	7,02	9,05	7,56	7,54
239	7,75	7,35	7,15	5,41	6,86	7,00	9,20	7,73	7,61

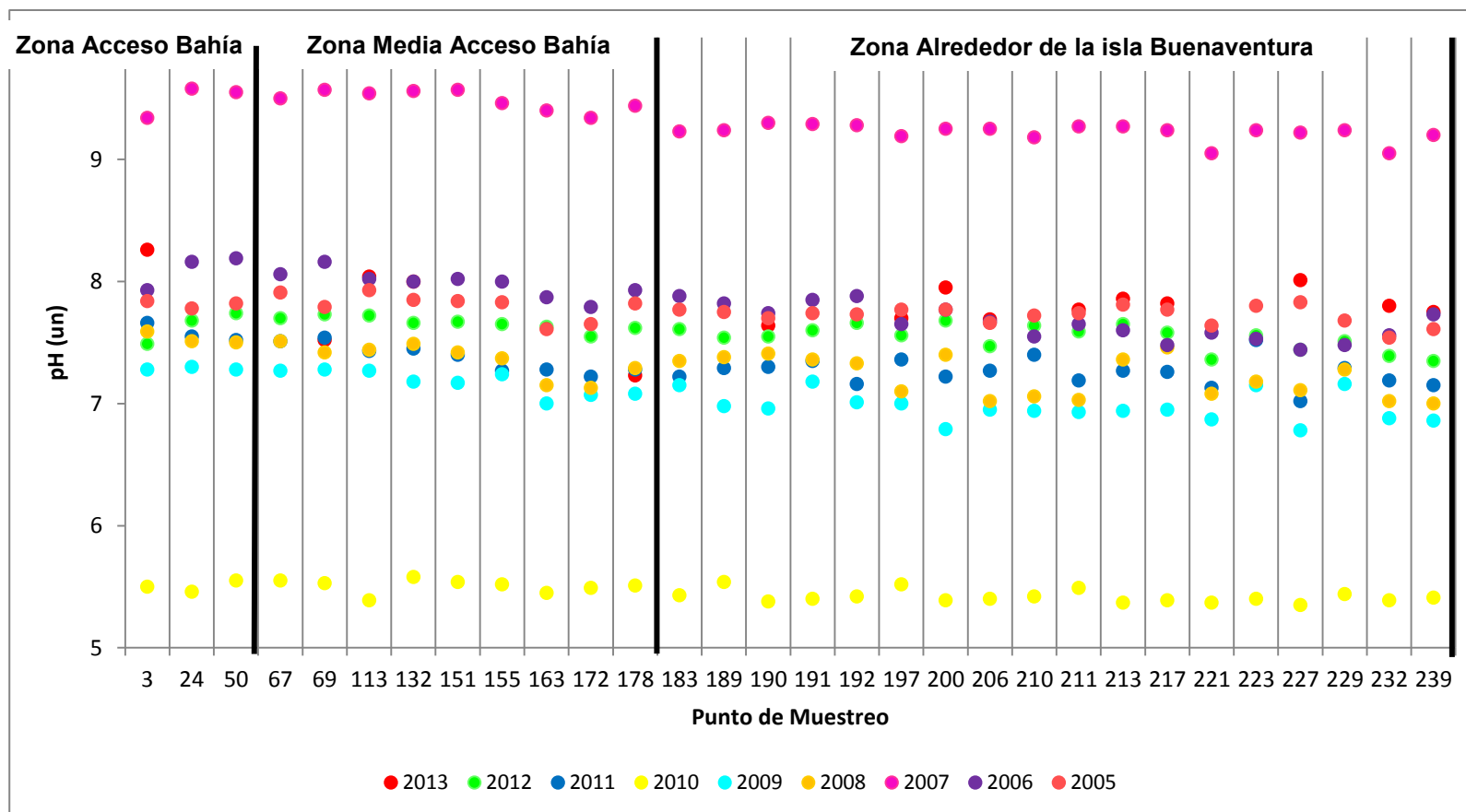
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

Gráfica No. 3. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)



Gráfica No. 4. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. pH (Unidades)



7.3. CONDUCTIVIDAD

En los Cuadros 6 y 7 se presentan todos los datos de conductividad de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En la Gráfica 5 que corresponde al primer semestre de los años muestreados se puede observar que los datos de conductividad en las tres zonas de la Bahía se encuentran dispersos, identificándose los valores más altos y más bajos de las tres zonas.

En la zona de entrada a la Bahía, el sitio 3 ubicado en las cercanías de La Bocana la conductividad más alta reportada es de 36,40 (mS/cm) y la más baja es de 16,20 (mS/cm) siendo éste un punto intermedio entre La Bocana y Punta Soldado.

En la zona media de la Bahía, el sitio 67 localizado en la margen derecha de la Bahía, la conductividad más alta reportada es de 37,00 (mS/cm) y la más baja con un valor de 15,30 (mS/cm), estando éste punto situado en mitad de la Bahía.

En la zona de la Isla de Buenaventura, el punto 200 localizado en inmediaciones del muelle turístico presenta una conductividad de 33,40 (mS/cm) siendo éste valor el más alto y el valor más bajo, con 7,78 (mS/cm) en el punto 223 situado en las pesqueras.

En la Gráfica 6 que corresponde al segundo semestre de los años muestreados se puede observar que los datos de conductividad en las tres zonas de la Bahía se encuentran más dispersos en comparación con el primer semestre. Solo en 10 de los 30 sitios se evidencia una agrupación de los datos. Se procedió a la identificación de estos sitios e igualmente se identifican los valores más altos y más bajos en las tres zonas.

En la zona de entrada a la Bahía, los sitios 3, 24 y 50 ubicados a la entrada de la Bahía en las cercanías de La Bocana y Punta Soldado, se observan los valores más altos. La conductividad más alta reportada es de 38,70 (mS/cm) en el año 2006 y la más baja es de 5,70 (mS/cm) en el año 2011.

En la zona media de la Bahía, el sitio 69 la conductividad más alta reportada es de 37,80 (mS/cm), la más baja con un valor de 9,30 (mS/cm), estando éste punto situado en mitad del canal de acceso a la Bahía.

En la zona de la Isla de Buenaventura, el sitio 200 localizado en inmediaciones del muelle turístico presenta una conductividad de 31,10 (mS/cm) siendo éste valor el más alto y el más bajo de 4,08 (mS/cm).

En cuanto a los sitios de muestreo en los que se presentó mayor agrupación o similitud de los datos están:

- Sitio 24, cerca de la Bocana
- Sitio 67, margen derecha de la Bahía al inicio de la zona media del canal de acceso a la Bahía
- Sitio 178 localizado a la entrada de la zona de la isla de Buenaventura
- Sitio 197 localizado al margen derecho de la desembocadura de la quebrada San Joaquín
- Sitios 210 y 211 localizados frente al puerto de Buenaventura
- Sitios 213, 217 y 223 Localizados en la parte Sur de la isla de Buenaventura sobre las pesqueras
- Sitio 227 Localizado debajo del puente El Pinal

En términos generales al analizar el comportamiento de las Gráficas No. 8-5 y 8-6, se puede observar que se presenta una gran dispersión de los datos para los dos semestres en todos los años. El aumento y la disminución de la conductividad está asociada a factores como la temperatura y a los fenómenos de alta mar y baja mar en la Bahía.

Cuadro 6. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	22,30	23,40	24,20	33,70	33,50	31,60	16,30	36,40	18,20
24		23,90	23,50	34,10	34,60	31,30	16,20	34,00	18,00
50		22,40	23,00	34,10	29,60	34,90	17,30	25,80	16,60
67		21,60	22,50	22,90	29,60	32,00	18,40	37,00	17,20
69	20,90	23,90	22,80	30,70	29,40	30,50	17,50	33,80	15,60
113	20,60	21,10	21,80	26,70	29,40	28,90	15,30	33,80	17,80
132	21,00	19,30	22,10	26,20	29,00	31,40	17,50	33,90	16,60
151		19,00	19,70	27,10	29,00	28,50	17,90	32,20	17,80
155		19,10	20,30	26,90	29,00	29,60	15,80	31,20	17,60
163		18,40	20,70	26,90	27,30	24,90	16,10	33,10	14,40
172		18,00	20,10	24,20	29,70	24,10	16,40	31,50	16,20
178	18,80	19,30	19,10	25,90	29,30	24,30	16,10	26,10	16,00
183		19,70	19,80	24,40	27,10	23,30	17,80	31,70	17,80
189		18,00	20,90	24,80	27,50	22,70	16,10	31,90	17,70
190	19,60	18,90	19,20	23,00	28,20	23,20	16,20	31,00	17,10
191		19,80	21,60	26,70	29,90	23,80	15,00	31,10	15,00
192		20,30	20,10	25,20	30,30	24,60	16,60	32,30	14,40
197	18,40	19,80	20,00	25,40	31,00	24,00	16,10	31,90	15,50
200	19,50	21,50	20,30	28,00	29,10	25,10	15,10	33,40	12,80
206	18,40	18,50	19,90	24,10	30,40	23,00	16,30	32,00	16,90
210		20,50	20,00	24,30	30,80	24,40	16,40	33,30	16,20
211	18,30	19,40	19,60	23,90	28,30	24,30	16,60	32,10	15,90
213	19,80	20,30	20,30	21,10	27,40	23,10	16,00	32,40	14,70
217	18,00	20,00	17,70	20,20	27,70	12,60	15,30	29,40	14,90
221		19,30	19,70	24,40	26,50	28,00	15,30	31,30	15,10
223		15,80	15,70	15,40	20,70	24,80	7,78	28,40	10,50
227	18,00	20,60	18,40	20,20	25,20	22,00	11,80	30,70	9,70
229		18,50	19,70	20,80	29,00	23,50	16,40	31,10	16,50
232	18,20	18,90	19,70	24,00	25,50	21,70	12,80	31,60	13,60
239	17,50	16,70	19,80	23,20	24,90	22,50	13,90	31,60	15,20

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

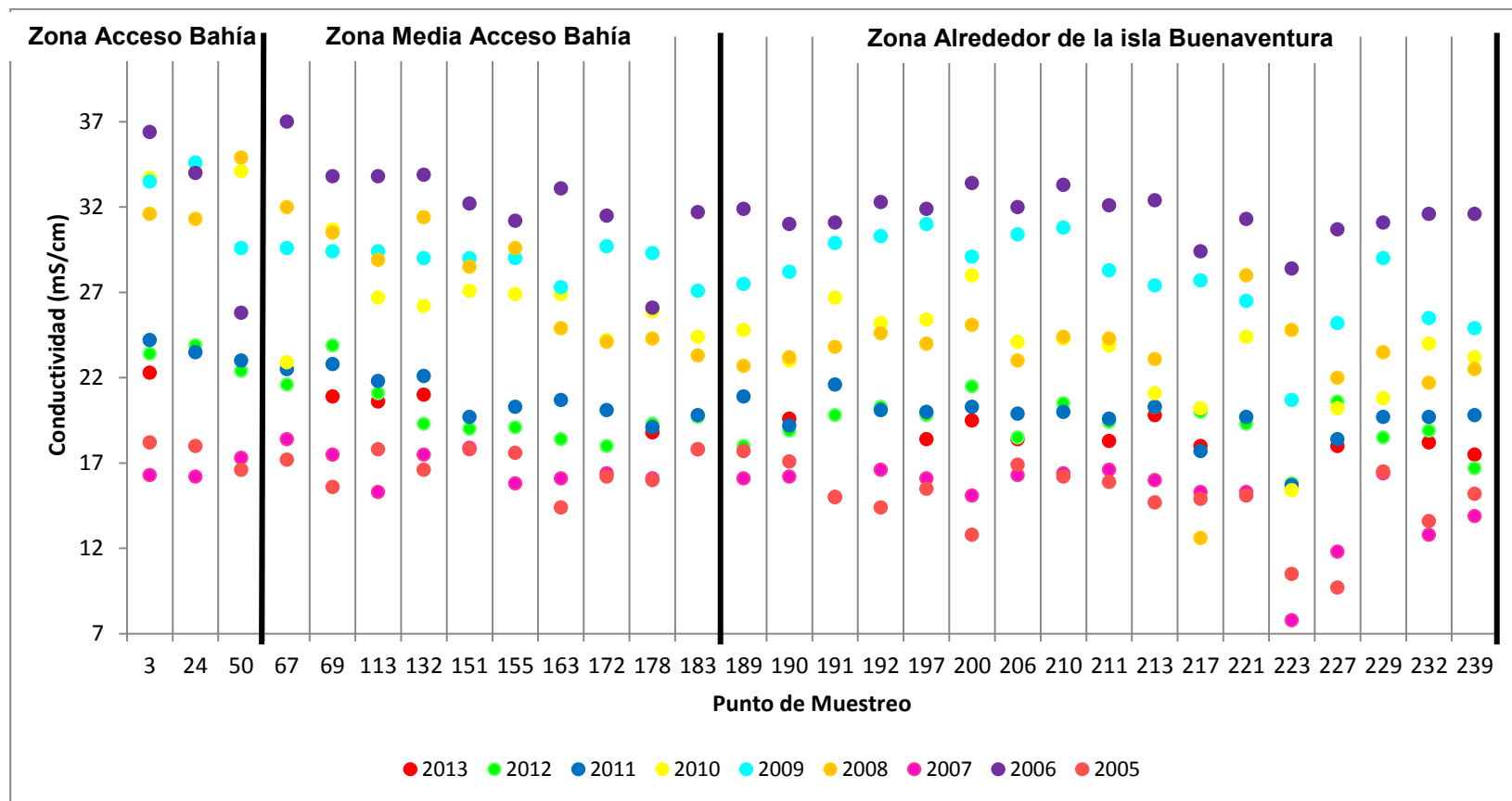
Cuadro 7. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	29,40	18,60	23,60	20,40	21,50	23,50	27,50	38,70	21,00
24		18,30	20,60	11,50	19,20	23,00	25,90	38,70	17,90
50		18,60	18,90	5,70	18,90	22,50	27,60	38,60	15,50
67		18,40	21,40	22,00	19,30	23,10	28,70	28,80	23,90
69	28,00	17,50	20,80	18,60	19,40	18,90	27,30	37,80	19,30
113	22,60	18,20	15,40	9,30	16,80	21,20	26,90	31,40	16,90
132	21,40	17,60	21,20	15,80	15,70	21,40	25,90	30,00	18,40
151		17,60	12,70	16,10	15,30	21,00	25,00	31,80	18,20
155		17,50	10,10	15,00	9,60	19,30	24,40	29,50	17,30
163		17,30	17,90	5,19	14,30	16,20	22,50	27,30	8,87
172		15,80	13,20	11,60	11,30	16,30	22,90	25,70	15,60
178	13,10	17,40	6,68	15,90	10,90	17,00	23,70	28,90	14,40
183		17,20	4,31	17,40	20,00	16,60	22,40	26,20	17,30
189		16,50	16,60	13,50	11,50	16,10	22,00	26,90	16,90
190	13,40	16,40	12,80	17,90	12,40	18,90	22,80	25,30	16,20
191		16,40	9,70	17,10	16,20	15,90	22,70	28,20	17,20
192		17,00	3,33	16,90	20,00	18,70	23,40	28,90	18,90
197	15,50	17,00	17,60	14,90	15,10	16,10	22,50	27,40	5,90
200	19,60	16,10	4,08	19,60	20,60	19,80	22,90	31,10	20,20
206	13,30	17,60	16,80	15,70	13,30	15,90	22,40	24,30	15,50
210		16,80	17,40	16,00	14,70	14,50	22,10	26,80	17,80
211	14,60	17,30	15,80	15,10	13,00	14,00	21,90	26,10	16,20
213	17,50	16,20	11,30	19,20	17,90	19,20	21,60	26,10	16,80
217	18,50	17,80	5,42	19,60	16,30	20,70	21,80	25,60	14,00
221		17,30	16,00	13,30	12,80	17,70	21,00	26,90	15,60
223		14,80	6,22	21,40	7,57	7,91	20,90	19,20	17,70
227	7,90	18,00	2,70	16,40	12,00	12,80	20,20	21,30	19,60
229		17,30	14,90	15,30	10,90	15,90	22,00	22,50	16,90
232	17,10	16,20	15,10	16,20	12,80	14,70	19,80	25,40	15,40
239	18,00	15,70	15,20	17,30	12,00	14,30	21,30	27,00	15,50

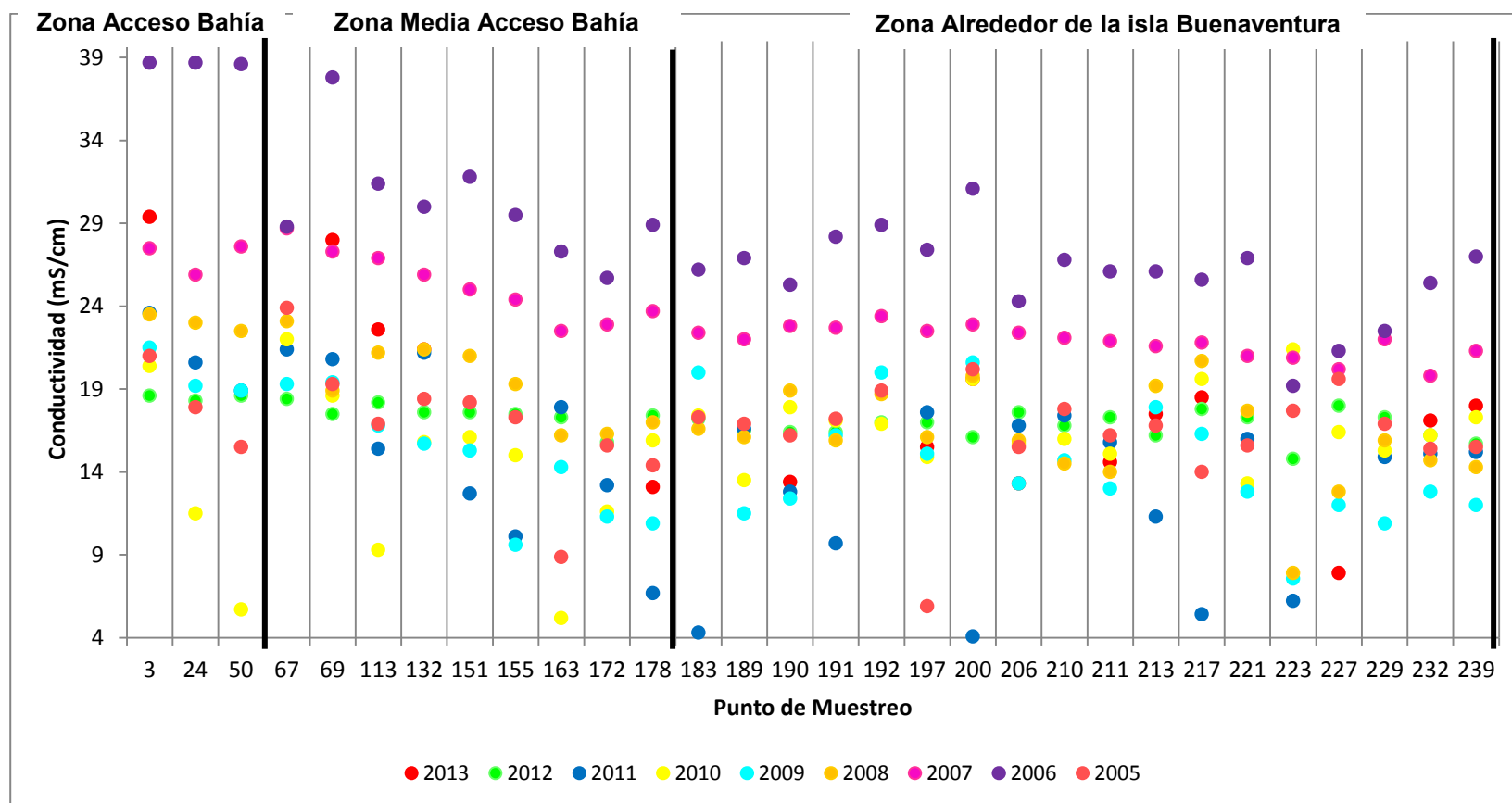
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

Gráfica 5. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)



Gráfica 6. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Conductividad (mS/cm)



7.4. SALINIDAD

En los Cuadros 8 y 9 se presentan todos los datos de salinidad de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En la Gráfica 7 que corresponde al primer semestre de los años muestreados se puede observar que los datos de porcentaje de salinidad en las tres zonas de la Bahía se encuentran dispersos entre los rangos de 2,36% y 0,51%. Se identifican los valores más altos y más bajos de las tres zonas.

En la zona de entrada a la Bahía, el sitio 3 ubicado en las cercanías de La Bocana la salinidad más alta reportada es de 2,31% y la más baja esta entre 0,96% y 0,95% para los sitios 3 y 24 localizados a la entrada de la Bahía entre La Bocana y Punta Soldado.

En la zona media de la Bahía, el sitio 67 localizado en la margen derecha de la Bahía, reporta la salinidad más alta de 2,36%, la más baja con un valor de 0,89%, para el punto 113 situado en la mitad del canal de acceso de la Bahía.

En la zona de la Isla de Buenaventura, el sitio 200 localizado en inmediaciones del muelle turístico presenta una salinidad de 2,11% siendo ésta la más alta y la más baja con un valor 0,26% en el punto 223 situado en las pesqueras.

En la Gráfica 8 que corresponde al segundo semestre de los años muestreados, se observa que las concentraciones de salinidad en las tres zonas de la Bahía decaen, dejando los valores entre los rangos de 2,01% y 0,37. Se logra evidenciar que en este segundo semestre los datos están más agrupados, determinando una mayor similitud en los resultados de los muestreos.

Se identifican los valores más altos y más bajos en las tres zonas.

En la zona de entrada a la Bahía, los sitios 3, 24 y 50 ubicados en las cercanías de La Bocana y Punta Soldado, presentan la salinidad más alta encontrándose entre 2,47% y 2,49%, la más baja está entre 0,66% y 0,30%, ubicado en los puntos 24 y 50 respectivamente.

En la zona media de la Bahía en el sitio 69 se encuentra el valor de la salinidad más alto reportado de 2,42%, el valor más bajo de 0,17%, en el sitio 178 situado en mitad de la Bahía.

En la zona de la Isla de Buenaventura, el sitio 200 localizado en inmediaciones del muelle turístico con salinidad de 1,95 siendo ésta la más alta. La salinidad más baja está entre los valores de 0,02% y 0,13% en los sitios 223 (Pesqueras) y 227 (Puente El Pinal) respectivamente.

Las sales en el agua de mar son principalmente de sodio (NaCl), la cual está conformada por iones cargados positivamente (Na^+) e iones cargados negativamente (Cl^-).



La presencia de concentraciones altas de salinidad en el agua, se encuentra relacionada con la presencia de cloruros y sulfatos. Por la excesiva dureza la cual se ve afectada por la presencia de calcio y de magnesio en altas concentraciones. También a mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes como flúor, arsénico, metales pesados entre otros.

Con la marea alta la salinidad en el agua aumenta y con la marea baja la salinidad disminuye.

Cuadro 8. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	1,36	1,44	1,47	2,11		2,01	0,96	2,31	1,08
24		1,46	1,42	2,18		1,98	0,95	2,16	1,07
50		1,37	1,40	2,17		2,21	1,00	1,68	0,99
67		1,30	1,34	1,35		2,00	1,08	2,36	0,98
69	1,24	1,46	1,39	1,97		1,88	1,06	2,13	0,90
113	1,24	1,27	1,31	1,70		1,96	0,89	2,11	1,05
132	1,27	1,15	1,34	1,61		1,80	1,02	2,14	0,99
151		1,10	1,18	1,68		1,78	1,05	2,03	1,06
155		1,14	1,21	1,66		1,85	0,93	1,93	1,06
163		1,08	1,24	1,66		1,52	0,95	2,08	0,85
172		1,06	1,21	1,48		1,48	0,96	1,97	0,96
178	1,12	1,15	1,14	1,59		1,45	0,90	1,58	0,99
183		1,18	1,19	1,49		1,42	1,05	1,94	1,06
189		1,07	1,25	1,52		1,38	0,97	2,00	1,01
190	1,18	1,13	1,15	1,39		1,41	0,96	1,94	1,00
191		1,18	1,28	1,65		1,45	0,87	1,96	0,79
192		1,21	1,21	1,56		1,52	0,97	2,03	0,85
197	1,07	1,19	1,20	1,56		1,47	0,95	2,00	0,91
200	1,15	1,30	1,22	1,70		1,52	0,89	2,11	0,73
206	1,10	1,10	1,19	1,47		1,40	0,96	2,01	0,98
210		1,23	1,20	1,49		1,49	0,97	2,10	0,99
211	1,11	1,17	1,17	1,46		1,48	0,97	2,01	0,94
213	1,08	1,21	1,20	1,30		1,40	0,92	2,04	0,80
217	1,12	1,21	0,97	1,24		0,72	0,89	1,83	0,89
221		1,16	1,18	1,49		1,76	0,87	1,96	0,82
223		0,89	1,00	0,90		1,51	0,26	1,77	0,51
227	1,07	1,24	1,12	1,20		1,32	0,59	1,92	0,55
229		1,07	1,17	1,26		1,43	0,96	1,94	0,96
232	1,07	1,13	1,18	1,45		1,30	0,74	1,98	0,79
239	1,04	1,00	1,20	1,41		1,35	0,80	1,98	0,96

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin dato.

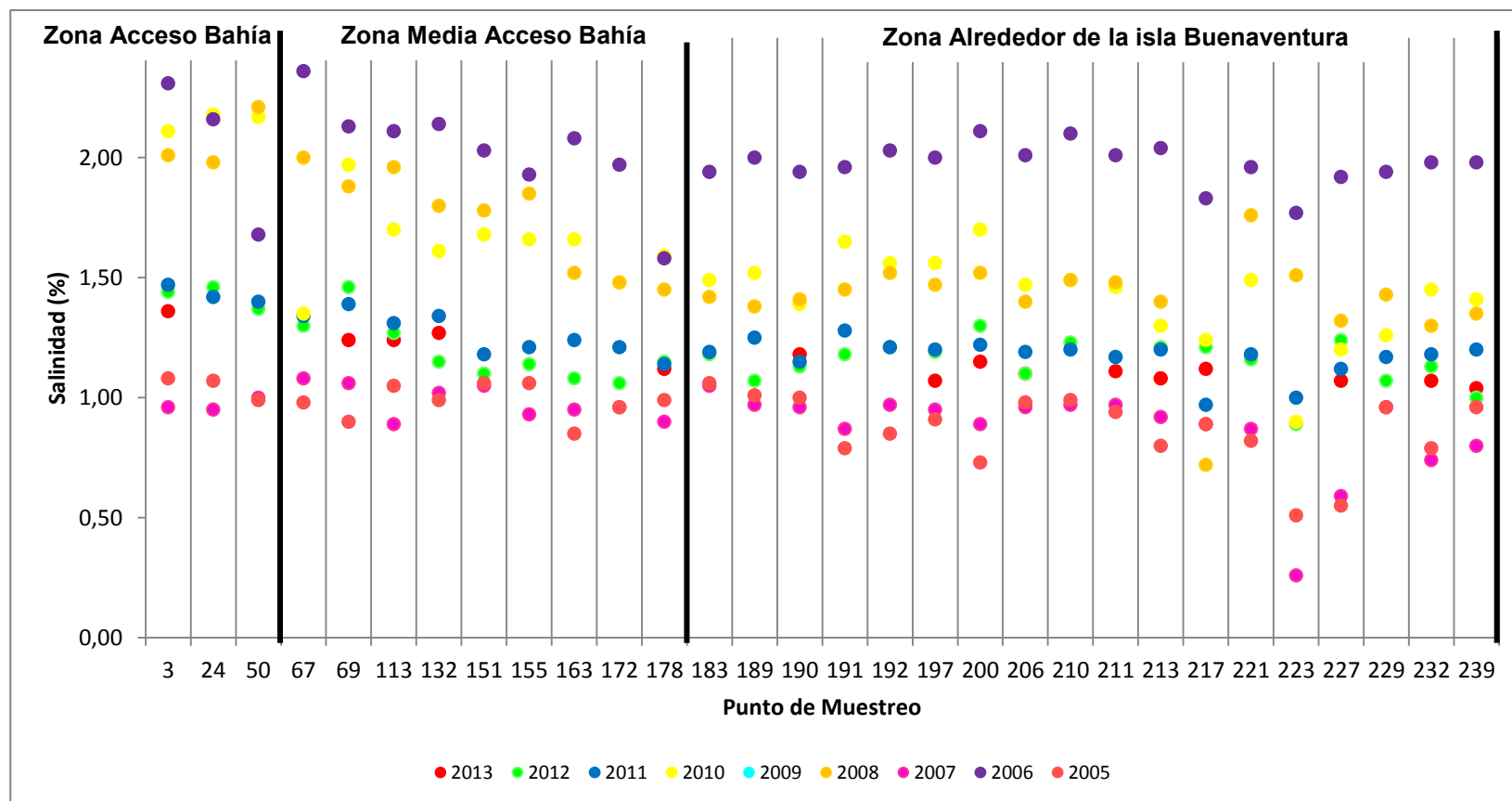
Cuadro 9. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	1,83	1,11	1,44	1,22	1,30	1,43	1,71	2,47	1,26
24		1,09	1,23	0,66	1,15	1,40	1,61	2,47	1,06
50		1,11	1,09	0,30	1,13	1,36	1,69	2,49	0,94
67		1,09	1,37	1,33	1,16	1,41	1,79	1,72	1,45
69	1,67	1,03	1,26	1,11	1,14	1,19	1,69	2,42	1,14
113	1,37	1,06	1,01	0,51	0,97	1,25	1,66	1,97	0,99
132	1,28	1,04	1,32	0,92	0,92	1,33	1,57	1,87	1,06
151		1,03	0,71	0,94	0,89	1,27	1,53	2,01	1,08
155		1,02	0,68	0,86	0,52	1,15	1,50	1,83	1,01
163		1,03	1,06	0,27	0,82	1,01	1,38	1,70	0,37
172		0,92	0,79	0,66	0,66	0,96	1,39	1,58	0,91
178	0,75	1,03	0,17	0,93	0,60	1,04	1,46	1,79	0,83
183		1,00	0,14	1,03	1,20	1,00	1,36	1,66	1,02
189		0,97	0,98	0,78	0,65	0,94	1,33	1,68	0,99
190	0,77	0,96	0,68	1,06	0,72	1,12	1,38	1,54	0,95
191		0,94	0,60	1,01	0,94	0,93	1,39	1,73	1,01
192		0,99	0,11	0,99	1,21	1,12	1,43	1,77	1,04
197	0,90	1,00	1,05	0,87	0,88	0,97	1,37	1,70	0,93
200	1,18	0,96	0,20	1,17	1,19	1,18	1,39	1,95	1,21
206	0,76	1,04	0,99	0,91	0,76	0,91	1,36	1,49	0,95
210		0,98	1,07	0,94	0,83	0,84	1,34	1,65	1,05
211	0,85	1,02	0,95	0,88	0,74	0,81	1,33	1,60	0,94
213	1,06	0,96	0,64	1,15	1,06	1,20	1,30	1,66	0,98
217	0,97	1,05	0,34	1,17	0,96	1,26	1,27	1,57	0,82
221		1,02	0,93	0,76	0,73	1,04	1,25	1,66	0,90
223		0,86	0,02	1,28	0,44	0,40	1,28	1,15	1,10
227	0,43	1,06	0,13	0,96	0,68	0,73	1,27	1,28	1,21
229		1,02	0,87	0,89	0,62	0,93	1,37	1,35	1,00
232	1,00	0,96	0,88	0,95	0,70	0,87	1,22	1,56	0,90
239	1,04	0,92	0,89	1,02	0,69	0,85	1,28	1,67	0,92

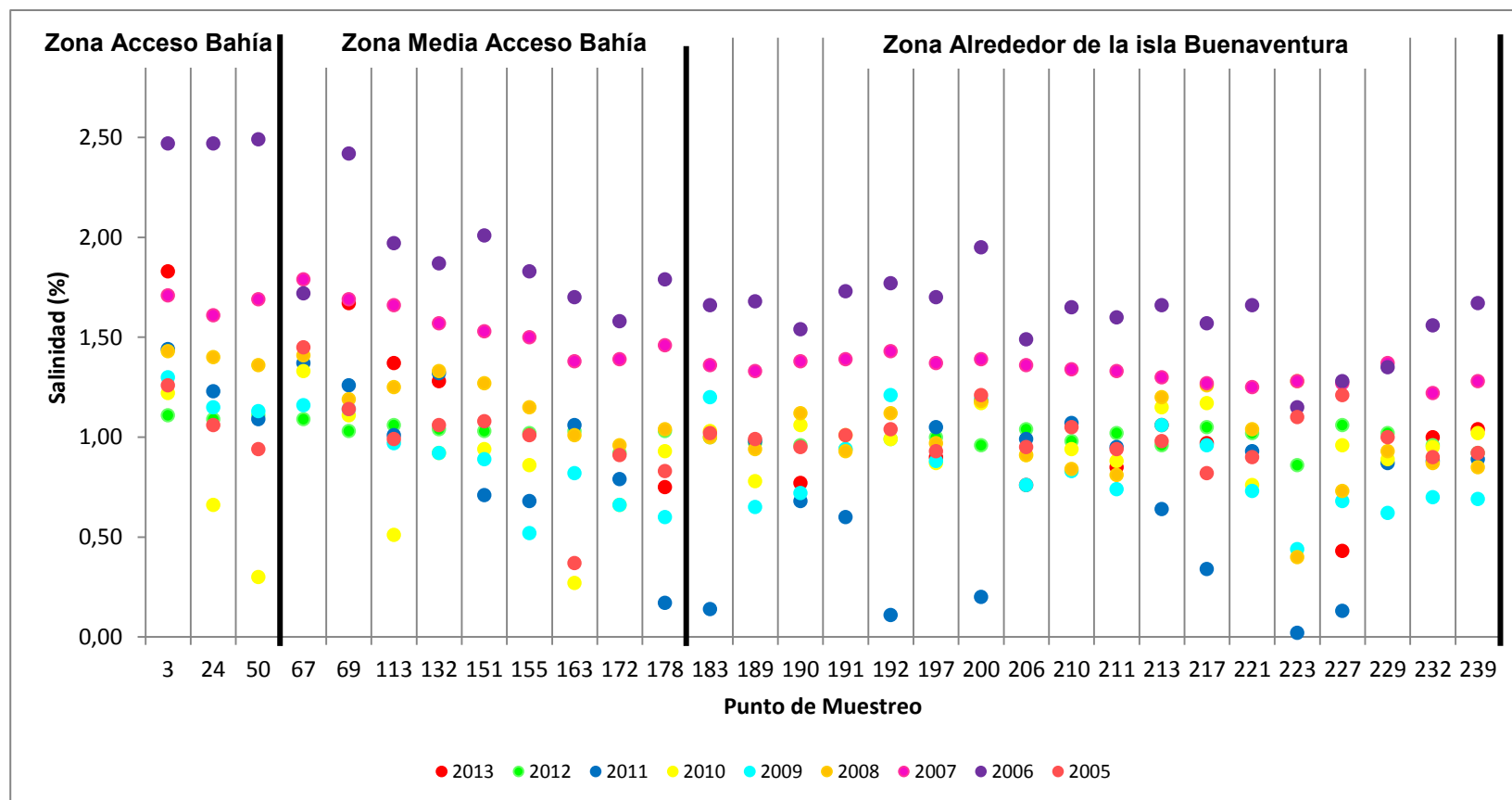
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

Gráfica 7. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)



Gráfica 8. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Salinidad (%)



7.5. OXÍGENO DISUELTO

En los Cuadros 10 y 7-11 se presentan todos los datos de oxígeno disuelto de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 9 y 10 que corresponden al primer y segundo semestre de los años muestreados se puede observar que los datos de oxígeno disuelto en las tres zonas de la Bahía son muy variados.

En la Gráfica 9 se puede observar que en los muestreos realizados en el primer semestre de los años monitoreados los valores de oxígeno disuelto más altos se dieron en los años 2005 y 2007 y los más bajos en los años 2009 y 2012.

En el sitio de muestreo 50 localizado en el canal de acceso a la Bahía frente a la desembocadura del río Anchicayá, se presentó el valor más alto de oxígeno disuelto con 8,53 mg/L y el valor más bajo se presentó en el punto de muestreo 232 con 4,04 mg/L.

En la Gráfica 10 se puede observar que en los muestreos realizados en el segundo semestre de los años monitoreados los valores de oxígeno disuelto más altos se dieron en el año 2007 con 8,00 mg/L en el punto de muestreo 50 localizado en el canal de acceso a la Bahía frente a la desembocadura del río Anchicayá y el valor más bajo de oxígeno disuelto se presentó en el año 2009 con 2,55 mg/L en el sitio de muestreo 239 localizado en el puerto petrolero.



Se evidencia que a medida que se entra en la Bahía la concentración de oxígeno disuelto disminuye, esto asociado posiblemente por los aportes de carga contaminante transportada por los ríos o quebradas que descargan en la Bahía y a los aportes de carga orgánica generada en la cabecera.

También es evidente el comportamiento para los dos periodos muestreados por año que el oxígeno disuelto ha venido disminuyendo del año 2005 al año 2013.

Cuadro 10. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	5,95	5,05	5,12	5,58	5,86		7,81	6,48	8,76
24		4,85	4,84	5,66	5,93		7,38	6,24	8,67
50		5,13	5,52	5,79	4,84		7,62	6,65	8,53
67		5,17	5,45	5,91	4,12		7,52	6,75	7,55
69	5,49	5,05	5,06	5,76	5,90		7,36	6,38	7,78
113	5,61	5,07	4,53	5,66	5,68		7,42	6,51	7,25
132	4,86	5,20	5,23	5,59	5,59		7,42	6,38	7,53
151		5,71	5,40	5,64	5,75		7,15	6,31	7,52
155		5,46	5,30	5,54	5,74		7,30	6,56	7,24
163		4,68	4,78	5,71	5,75		7,31	6,20	7,07
172		5,00	5,33	5,99	5,46		7,33	6,20	7,49
178	5,35	4,96	5,30	5,86	5,76		7,24	6,93	7,96
183		5,62	5,09	5,46	5,84		7,20	6,59	7,44
189		4,98	5,77	5,06	5,75		7,67	5,55	7,41
190	5,11	4,98	5,73	5,00	5,94		7,87	6,25	7,12
191		4,67	4,74	5,64	5,96		7,79	5,98	7,89
192		5,65	5,67	5,80	6,06		7,95	5,89	8,07
197	5,10	4,46	5,69	5,86	5,07		7,81	6,75	7,84
200	4,51	5,11	3,85	6,26	4,61		7,84	6,10	7,38
206	5,14	4,82	4,90	5,86	5,91		7,18	5,68	7,16
210		5,16	5,23	5,36	4,76		7,99	5,92	7,77
211	5,57	5,31	5,66	5,64	5,82		7,70	6,18	7,70
213	4,70	4,63	3,85	4,67	4,92		6,65	5,64	7,57
217	4,23	4,35	4,97	6,98	5,25		6,50	5,23	7,08
221		4,81	5,35	5,26	4,97		6,09	4,84	6,50
223		5,06	4,51	6,22	5,79		8,04	5,15	7,95
227	4,71	4,25	4,25	8,08	5,38		6,67	4,81	7,87
229		5,05	5,03	5,70	5,94		7,13	6,13	6,92
232	5,01	4,20	4,93	4,45	4,04		6,24	4,09	4,78
239	5,04	4,78	5,33	4,22	5,29		5,74	4,35	5,72



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

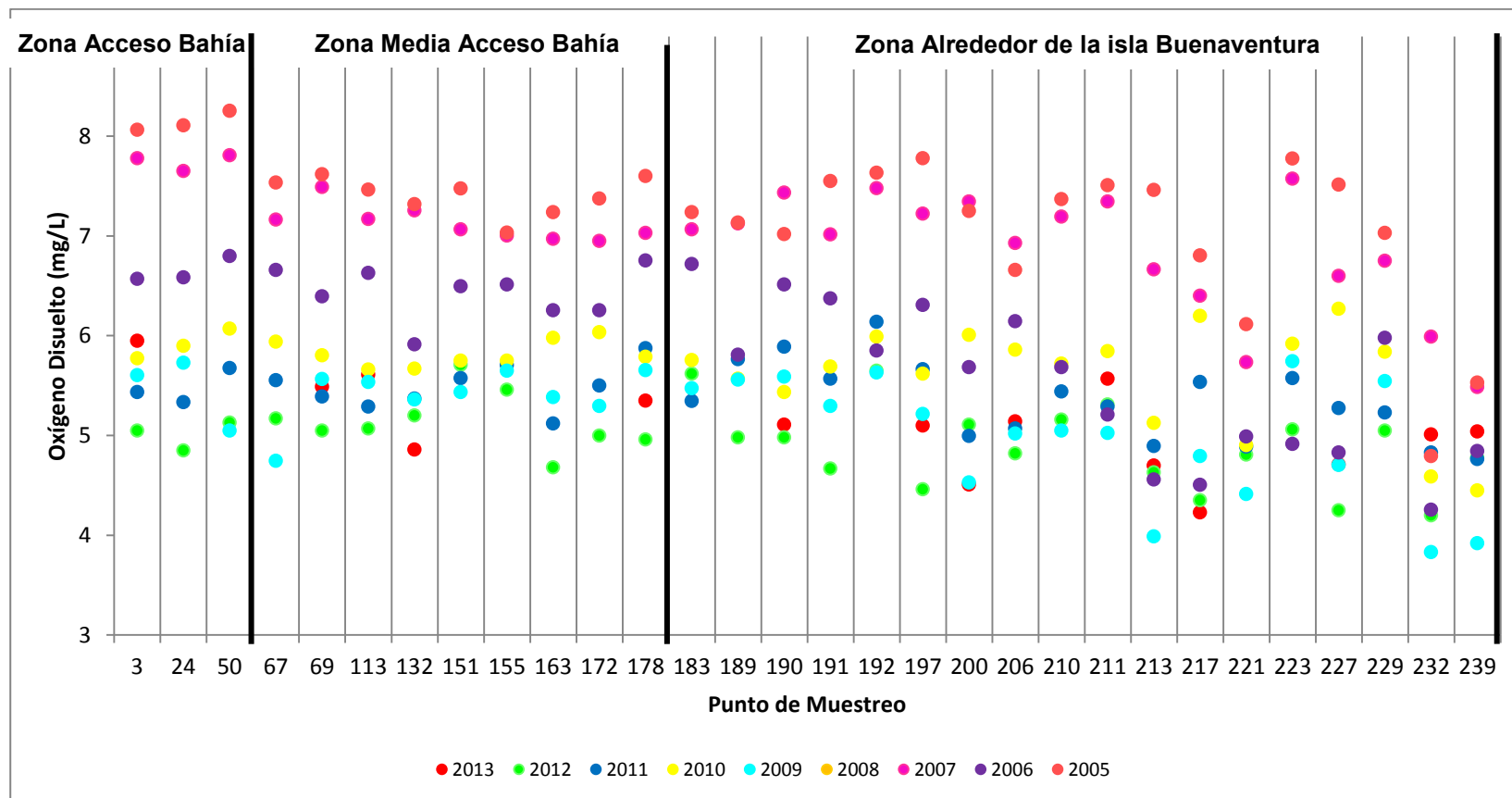
Cuadro 11. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	5,67	5,08	5,75	5,97	5,35		7,75	6,66	7,37
24		5,38	5,83	6,14	5,53		7,92	6,93	7,55
50		5,79	5,83	6,35	5,26		8,00	6,95	7,98
67		5,57	5,66	5,97	5,37		6,81	6,57	7,52
69	6,00	5,09	5,72	5,85	5,23		7,62	6,41	7,46
113	4,75	5,46	6,05	5,66	5,39		6,92	6,75	7,68
132	5,73	5,29	5,51	5,75	5,13		7,09	5,45	7,11
151		5,59	5,75	5,86	5,12		6,98	6,68	7,43
155		5,53	6,11	5,96	5,56		6,71	6,47	6,83
163		5,20	5,46	6,25	5,02		6,63	6,31	7,41
172		5,17	5,67	6,08	5,13		6,57	6,31	7,26
178	5,54	5,57	6,45	5,72	5,55		6,82	6,58	7,24
183		5,29	5,60	6,05	5,11		6,93	6,85	7,04
189		5,49	5,76	6,08	5,37		6,58	6,07	6,86
190	5,97	4,90	6,05	5,87	5,24		7,00	6,78	6,92
191		5,49	6,40	5,74	4,63		6,24	6,77	7,21
192		5,77	6,61	6,18	5,20		7,01	5,81	7,20
197	6,04	5,47	5,64	5,38	5,36		6,64	5,87	7,72
200	5,88	5,78	6,14	5,76	4,45		6,85	5,27	7,12
206	6,14	4,79	5,24	5,86	4,13		6,68	6,61	6,16
210		5,66	5,65	6,08	5,34		6,40	5,45	6,97
211	5,63	5,39	4,92	6,05	4,23		6,99	4,24	7,32
213	5,64	5,48	5,94	5,58	3,06		6,68	3,48	7,35
217	5,24	5,56	6,10	5,42	4,34		6,30	3,78	6,53
221		4,12	4,43	4,55	3,86		5,38	5,14	5,73
223		5,28	6,64	5,62	5,70		7,11	4,68	7,60
227	5,44	4,17	6,30	4,46	4,03		6,53	4,85	7,16
229		5,06	5,43	5,98	5,15		6,37	5,83	7,14
232	5,28	4,06	4,73	4,73	3,62		5,74	4,42	4,81
239	5,18	3,94	4,20	4,68	2,55		5,23	5,34	5,34

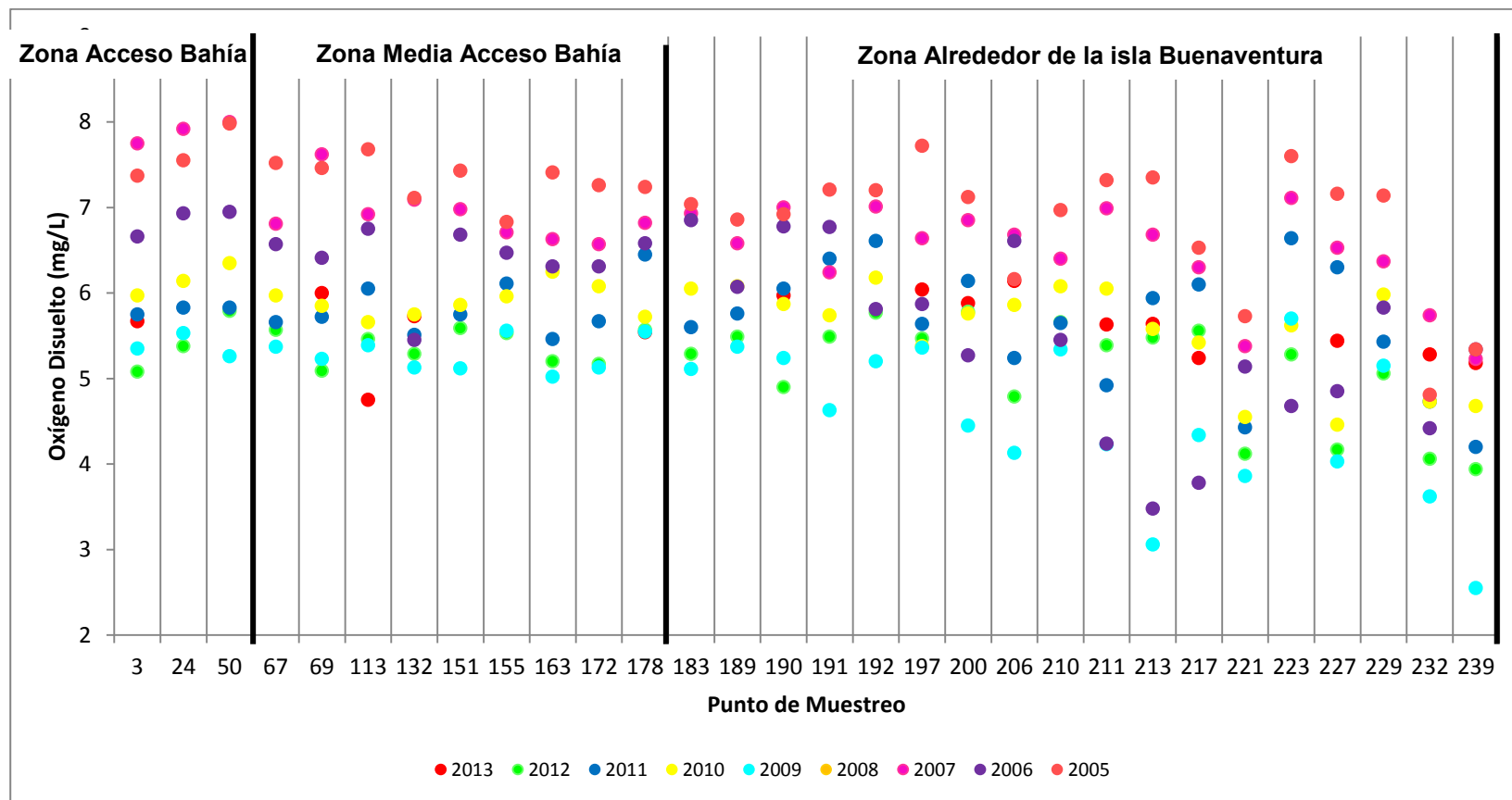
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 9. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)



Gráfica 10. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Oxígeno Disuelto (mg/L)



7.6. TURBIEDAD

En los Cuadros 12 y 13 se presentan todos los datos de turbiedad de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 11 y 12 que corresponden al primer y segundo semestre de los años muestreados se pueden observar los datos de turbiedad de todos los sitios de muestreo en las tres zonas de la Bahía.

La turbiedad en el agua es causada por una gran variedad de materiales en suspensión como las grasas, arcillas, coloides, limo materia orgánica e inorgánica, organismos plantónicos y microorganismos entre otros.

En las Gráficas 11 y 12 se evidencia que en el primer semestre la turbiedad es baja en relación con los datos de turbiedad que se presenta en el segundo semestre. Esto puede estar relacionado con los fenómenos de las mareas alta y baja.

Para el primer semestre, se evidencia que la entrada a la Bahía en los sitios 3 y 24 los valores más altos se presentaron en el año 2011. En la zona intermedia de la Bahía se observa que solo los sitios 67, 69, 113 y 132 son los que presentan mayor turbiedad y de igual forma en el año 2011. Entre estas dos zonas que resultan ser muy homogéneas se tiene una turbiedad de 15 UNT aproximadamente.

En la zona alrededor de la isla de Buenaventura, los datos son un poco más dispersos. El sitio 213 localizado junto a las pesqueras en el año 2006 presenta el valor más alto registrado en el semestre de 132 UNT. Lo siguen los sitios 210 localizado en la ribera frente al puerto y el 223 junto a las pesqueras, con valores de 91 UNT y 87 UNT respectivamente, registrados en el año 2007.

En cuanto a los puntos de menor turbiedad se observa en la entrada a la Bahía el sitio 50 con una turbiedad de 2 UNT, registrado en el 2010, en la zona media del canal de acceso a la Bahía el valor más bajo registrado de turbiedad es de 3 UNT el cual se registró en el año 2009. En la zona alrededor de la isla de Buenaventura el sitio 183 registró un valor de 2 UNT en el año 2010.

En la Gráfica 12 se observan los datos del segundo semestre de los años monitoreados y presenta un comportamiento diferente en cuestión de concentración de turbiedad. La zona de la entrada a la Bahía la concentración más alta fue de 76 UNT reportada en el 2013 en el sitio 3 y el valor más bajo de 7 UNT para el año 2012 en la misma zona.

Para las zonas siguientes que corresponde a la parte media del canal de acceso a la Bahía y alrededor de la isla de Buenaventura, se evidencia que en los sitios de muestreo 155, 178, 183, 192, 200 y 223 la turbiedad se incrementa considerablemente con relación a los valores del primer semestre 160 UNT, 295 UNT, 281 UNT, 369 UNT, 393 UNT y 531 UNT respectivamente.

Cuadro 12. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	15,00	10,00	53,00	10,00	3,00	15,00	18,00	14,00	3,00
24		10,00	47,00	3,00	3,00	12,00	19,00	15,00	3,00
50		9,00	27,00	2,00	4,00	35,00	20,00	27,00	5,00
67		8,00	47,00	6,00	3,00	11,00	15,00	16,00	5,00
69	18,00	11,00	35,00	6,00	3,00	13,00	14,00	13,00	4,00
113	19,00	13,00	47,00	14,00	3,00	9,00	15,00	10,00	6,00
132	31,00	9,00	48,00	4,00	3,00	18,00	14,00	13,00	5,00
151		13,00	26,00	5,00	3,00	10,00	12,00	13,00	5,00
155		10,00	25,00	6,00	3,00	29,00	17,00	13,00	5,00
163		17,00	67,00	4,00	6,00	8,00	14,00	15,00	6,00
172		11,00	48,00	3,00	8,00	12,00	11,00	7,00	6,00
178	11,00	18,00	68,00	4,00	4,00	19,00	16,00	14,00	5,00
183		10,00	56,00	2,00	6,00	28,00	14,00	12,00	5,00
189		11,00	21,00	5,00	8,00	25,00	18,00	14,00	5,00
190	13,00	10,00	23,00	5,00	8,00	32,00	13,00	12,00	8,00
191		19,00	25,00	7,00	10,00	35,00	29,00	37,00	13,00
192		10,00	32,00	6,00	4,00	16,00	17,00	12,00	16,00
197	14,00	9,00	21,00	6,00	3,00	18,00	21,00	13,00	9,00
200	15,00	14,00	27,00	12,00	15,00	75,00	54,00	16,00	25,00
206	12,00	12,00	20,00	6,00	8,00	23,00	14,00	10,00	7,00
210		10,00	28,00	5,00	4,00	17,00	97,00	21,00	11,00
211	11,00	11,00	18,00	8,00	8,00	16,00	16,00	12,00	9,00
213	13,00	14,00	23,00	37,00	12,00	19,00	40,00	132,00	11,00
217	14,00	13,00	55,00	18,00	9,00	54,00	29,00	19,00	9,00
221		10,00	26,00	69,00	11,00	53,00	27,00	62,00	10,00
223		18,00	60,00	47,00	14,00	18,00	87,00	23,00	12,00
227	11,00	17,00	26,00	28,00	12,00	31,10	44,00	35,00	19,00
229		9,00	22,00	6,00	7,00	17,00	16,00	18,00	9,00
232	13,00	26,00	21,00	29,00	16,00	22,00	16,00	44,00	26,00
239	35,00	13,00	26,00	15,00	8,00	33,00	16,00	40,00	7,00

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

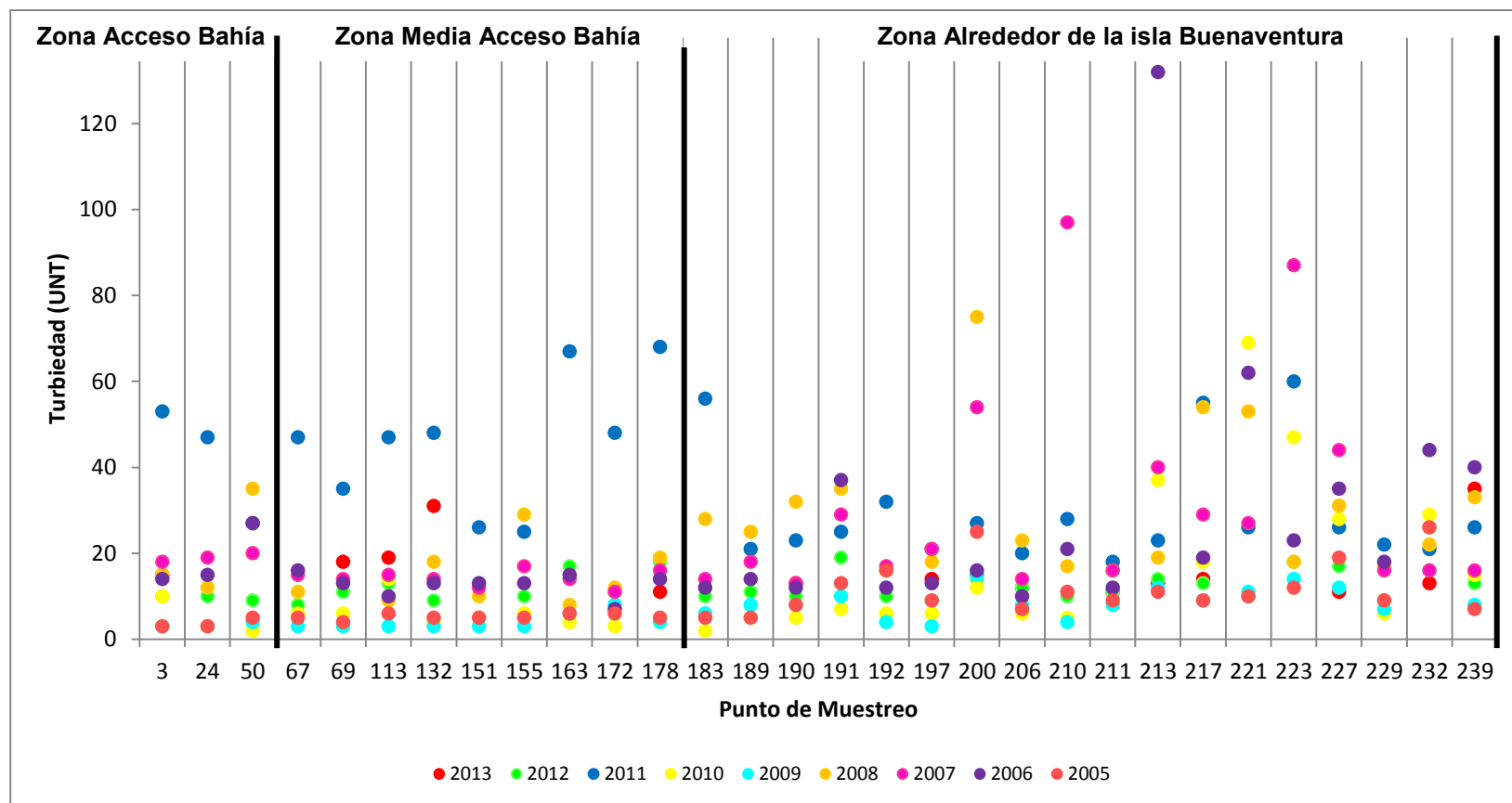
Cuadro 13. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	76,00	7,00	31,00	18,00	33,00	19,00	20,00	15,00	38,00
24		8,00	19,00	32,00	11,00	18,00	25,00	13,00	44,00
50		8,00	21,00	35,00	14,00	18,00	21,00	11,00	51,00
67		9,00	25,00	17,00	42,00	19,00	27,00	8,00	30,00
69	44,00	9,00	34,00	16,00	20,00	17,00	20,00	9,00	27,00
113	44,00	8,00	43,00	24,00	17,00	18,00	12,00	7,00	29,00
132	108,00	9,00	17,00	17,00	22,00	18,00	13,00	7,00	31,00
151		11,00	63,00	16,00	21,00	53,00	12,00	13,00	29,00
155		7,00	160,00	19,00	24,00	22,00	14,00	9,00	32,00
163		16,00	16,00	44,00	20,00	25,00	34,00	8,00	44,00
172		7,00	7,00	10,00	10,00	23,00	24,00	9,00	14,00
178	97,00	8,00	295,00	20,00	22,00	34,00	16,00	9,00	41,00
183		10,00	281,00	16,00	27,00	25,00	19,00	10,00	24,00
189		10,00	13,00	10,00	12,00	30,00	18,00	10,00	24,00
190	76,00	8,00	44,00	16,00	11,00	22,00	16,00	9,00	19,00
191		14,00	132,00	23,00	64,00	28,00	15,00	10,00	83,00
192		10,00	369,00	16,00	22,00	22,00	15,00	16,00	34,00
197	66,00	13,00	26,00	18,00	21,00	34,00	16,00	12,00	23,00
200	86,00	37,00	393,00	20,00	12,00	27,00	17,00	27,00	37,00
206	82,00	16,00	13,00	15,00	16,00	39,00	16,00	9,00	26,00
210		13,00	20,00	17,00	32,00	15,00	17,00	17,00	27,00
211	67,00	15,00	14,00	14,00	16,00	14,00	14,00	11,00	23,00
213	67,00	18,00	95,00	27,00	14,00	23,00	18,00	46,00	56,00
217	59,00	19,00	132,00	25,00	25,00	24,00	14,00	225,00	63,00
221		25,00	18,00	31,00	32,00	39,00	22,00	14,00	40,00
223		20,00	531,00	29,00	36,00	61,00	16,00	34,00	58,00
227	145,00	21,00	382,00	56,00	30,00	47,00	17,00	66,00	41,00
229		16,00	18,00	22,00	23,00	13,00	15,00	13,00	23,00
232	65,00	18,00	38,00	50,00	18,00	28,00	25,00	12,00	67,00
239	69,00	15,00	76,00	29,00	25,00	25,00	22,00	9,00	51,00

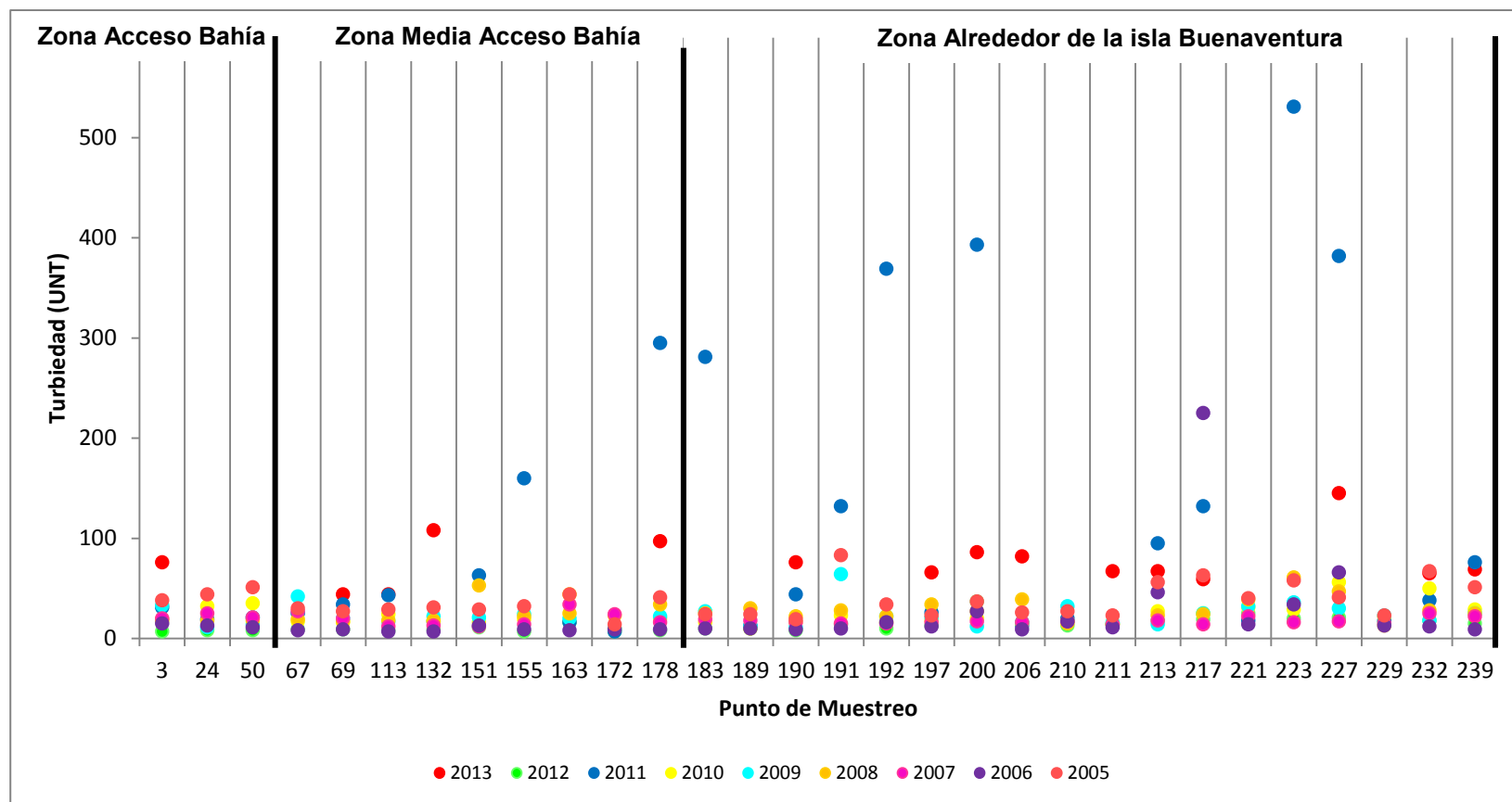
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

Gráfica 11. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)



Gráfica 12. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Turbiedad (UNT)



7.7. SÓLIDOS TOTALES

En los Cuadros 14 y 15 se presentan todos los datos de sólidos totales de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráfica 13 y 14 que corresponde al primer y segundo semestre de los años muestreados se pueden observar los datos de sólidos totales en las tres zonas de la Bahía.

Los sólidos totales son una mediada de la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas que están presentes en forma molecular, ionizada o micro granular en el cuerpo de agua. No se les considera un indicador de contaminación grave, pero si es un indicador de las características del agua y de que en ella hay presencia de contaminantes químicos.

Para el primer semestre, los datos de sólidos totales se encuentran un poco más agrupados en comparación con el segundo semestre. Pero se presentan picos altos. Para la zona de entrada a la Bahía el sitio 24 presenta el dato de sólidos totales más alto 42019 mg/L en el año 2011. El sitio 50 pose un valor alto de 39720 mg/L en el año 2008 y reporta el valor más bajo en ésta zona en el año 2007 con 13923 mg/L.

En la zona media de la Bahía los valores más altos de sólidos totales están en el año 2011 con valores de 41467 mg/L y 37033 mg/L en los sitios 67 y 113 respectivamente. El sitio 132 reporta en el 2013 el valor más bajo de toda la Bahía con 423 mg/L.

En la zona alrededor de la isla de Buenaventura los valores más altos están reportados en los años 2006 y 2011, en los sitios 211 y 189 que corresponde a 36771 mg/L y 33947 mg/L respectivamente. El valor más bajo esta en el sitio 223 de 4331 mg/L y 5833 mg/L para los años 2007 y 2005 respectivamente.

En el segundo semestre los valores de sólidos totales se encuentran más dispersos. Estos valores tienen una tendencia de decrecimiento a través de los años y a medida que se adentran en la Bahía.

En la zona de entrada a la Bahía en el año 2006 se presenta en los tres sitios 3, 24 y 50 los valores más altos 31193 mg/L, 28724 mg/L y 29233 mg/L. Los valores más bajos se presentan en el año 2010 con 7665 mg/L y 5763 mg/L para los sitios 24 y 50 respectivamente.

En la zona media del canal de acceso a la Bahía, los años 2006 y 2011 reportan los valores más altos y más bajos. Altos los sitios 69, 113 y 151 con 27131 mg/L, 28140 mg/L y 31968 mg/L. El valor más bajo es de 2506 mg/L en el sitio 178.

Para la zona alrededor de la isla de Buenaventura en el año 2012 se reporta en el sitio 227 el valor más alto con 24194 mg/L y en este mismo sitio en el año 2013 se reporta el valor más bajo con 125 mg/L.

Cuadro 14. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	24949	27521	36191	36220	21617	23460	16934	25748	18347
24		32202	42019	28759	25439	22594	17461	24502	18085
50		27277	28917	28451	20602	39720	13923	17667	17548
67		25628	41467	18313	20652	24229	18447	26215	18084
69	23163	26868	25944	23263	20084	22855	8425	23992	13415
113	25253	23975	37033	21361	22085	24769	13751	24121	18855
132	423	23678	25358	21490	19627	23495	16038	24353	15647
151		19807	25867	22566	19982	21171	17100	22907	15728
155		19703	21443	21951	19510	22476	15178	21236	17162
163		18754	21474	24163	18189	21286	12365	23079	9642
172		17620	22212	20623	16607	17153	15434	21415	15964
178	19875	19737	21014	27497	20124	16575	11509	18865	14852
183		26264	20057	19768	18144	18515	17085	22034	16601
189		21263	33947	19398	19414	15437	15052	21859	19902
190	19740	19569	23373	17844	18802	13388	16045	21222	29057
191		21499	21820	21482	19657	17037	13220	21767	17232
192		20742	20448	30124	20676	20994	16321	28589	18491
197	19278	19339	20518	20407	21200	17792	15999	23764	19197
200	20034	23756	21331	22439	20915	17397	11018	26271	7971
206	18367	18620	24429	19911	19863	12324	16174	32624	24149
210		25627	20196	19165	20988	17082	16789	29775	28946
211	18359	19099	19873	22688	18840	17589	16559	36771	19471
213	19412	22310	21554	20994	19264	16145	11700	23209	6770
217	18025	20207	14421	19523	20446	9697	21137	21274	12110
221		20136	20350	30333	15914	21240	14099	22762	16107
223		18236	16912	12363	15146	18048	4331	14839	5833
227	17262	21184	18553	20142	18088	20097	10732	19111	7414
229		17583	20725	27378	19076	21162	14561	22325	14914
232	22339	18870	20374	26912	15773	18726	11959	22713	12530
239	19807	16580	20552	27692	16275	16766	13026	22790	15523



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

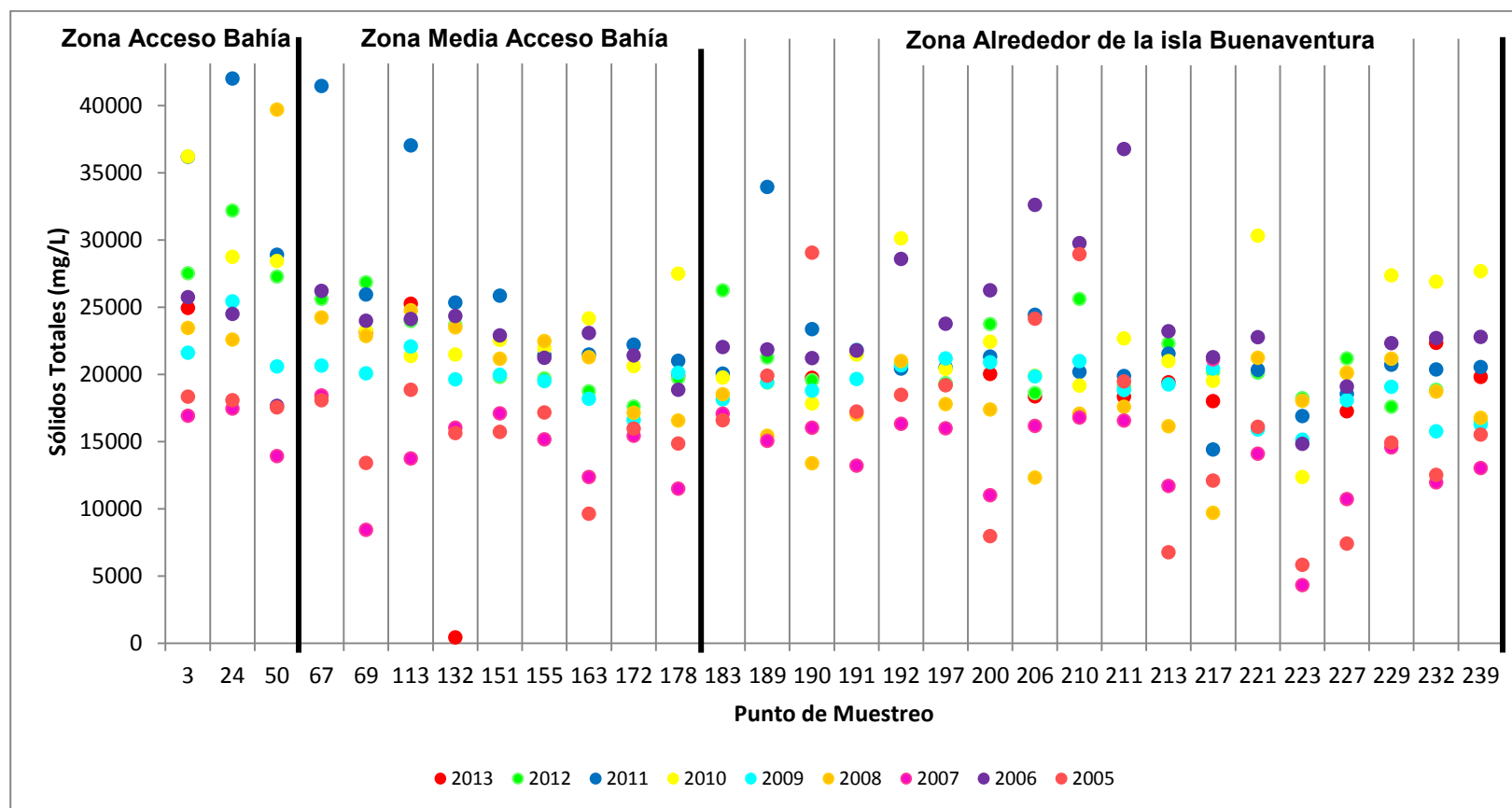
Cuadro 15. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	23315	17983	19238	16088	27846	24781	18376	31193	13484
24		21155	16136	7665	20252	15810	17008	28724	10831
50		18747	13431	5763	28525	15068	18758	29233	9470
67		17902	17618	16724	21285	15641	19678	20284	15683
69	23838	17631	16471	19788	21918	11551	18438	27131	12428
113	24610	23799	10504	6487	16850	14763	20112	28140	10464
132	14566	18048	16898	11062	20280	14870	17060	22831	10686
151		17490	9893	10641	16720	16268	16440	31968	10844
155		17658	7280	10279	6822	12408	15744	20600	8681
163		17482	14136	4745	15697	10634	14160	20742	2956
172		15416	10228	8581	10643	10486	14822	17129	9669
178	8301	18070	2506	12641	9347	10528	15612	20592	8633
183		17093	3504	11954	24988	10476	14826	17698	11703
189		22993	12834	8889	11495	10037	14576	18585	10569
190	9076	16585	9252	13386	9508	11986	14622	16379	10381
191		12294	7131	11395	16021	9235	15122	19490	10771
192		16997	2558	13682	21080	12366	15474	23292	10790
197	10565	17735	14243	10102	15556	11047	14664	22098	9835
200	14077	15619	5167	13308	17592	12182	14960	23602	13953
206	8640	17434	13484	10471	12964	10510	14370	17140	9906
210		17129	14424	10578	14535	9570	13736	21113	11244
211	9682	17359	12946	9950	12493	8402	14422	20738	9276
213	11798	16223	8877	13134	14412	18437	13960	18301	10034
217	10869	18021	9543	13075	15891	14540	12886	15591	4842
221		18036	12073	9224	12266	11579	12982	18328	9546
223		14888	1751	14501	4132	4168	13312		10277
227	125	24194	3303	8794	11095	6915	11720	13482	11935
229		17295	12316	10042	10223	9839	15530	16619	10671
232	12355	16807	12058	10889	11757	11315	12176	20601	9694
239	9686	14903	12379	11731	11528	8705	13696	24170	8744

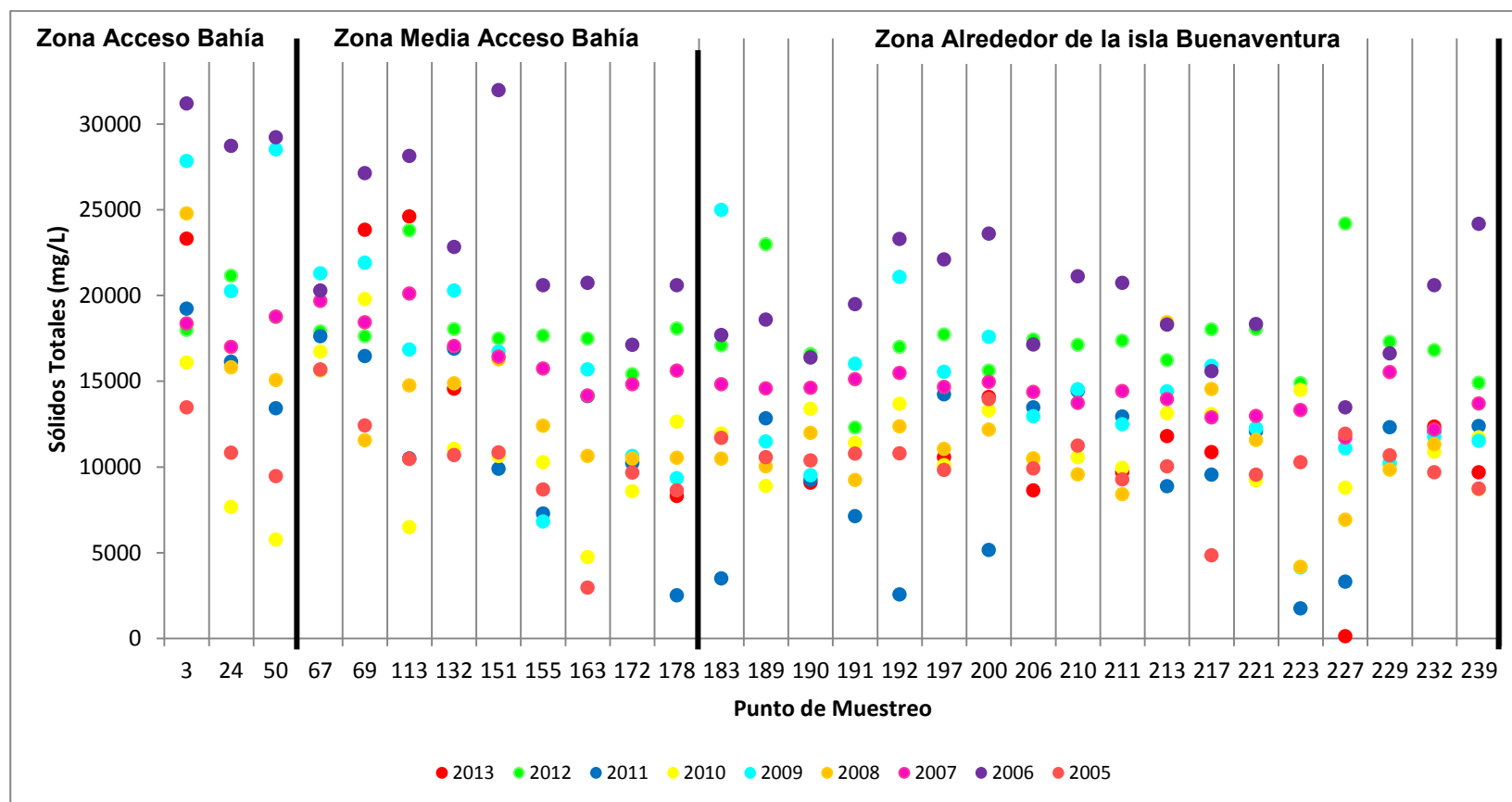
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 13. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)



Gráfica 14. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Totales (mg/L)



7.8. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

En los Cuadros 16 y 17 se presentan todos los datos de sólidos suspendidos de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 15 y 16 que corresponden al primer y segundo semestre de los años muestreados se puede observar que los datos de sólidos suspendidos en las tres zonas de la Bahía.

Para el primer semestre, los datos de los sólidos suspendidos se encuentran un poco más dispersos en comparación a los datos del segundo semestre. En la zona de entrada a la Bahía el sitio 24 en el año 2012 reporta el valor más alto con 64,50 mg/L y el sitio 50 reporta para el año 2005 el valor más bajo con 5 mg/L.

En la zona media del canal de acceso a la Bahía el valor más alto de sólidos suspendidos está reportado en el año 2013 en el sitio 69 con un valor de 57 mg/L y el más bajo es el sitio 132 con 3,30 mg/L.

En la zona alrededor de la isla Buenaventura, el valor más alto de sólidos suspendidos se reporta en el año 2008 en el sitio 239 con 93,50 mg/L y en el año 2010 el sitio 183 reporta el valor más bajo con 3,86 mg/L.

En el segundo semestre la mayoría de los valores de sólidos suspendidos se encuentran dentro de un rango de 0 a 50 mg/L, aunque se encuentran pocos valores por encima de este rango en su mayoría en los sitios de muestreo localizados en la zona media del canal de acceso a la Bahía y en los alrededores de la isla de Buenaventura que se presentó el valor más alto en el sitio 223 con 260 mg/L en el año de 2011.

En la zona de entrada a la Bahía el valor más alto se registró en el año 2013, en el sitio 3 con un valor de 71,70 mg/L y el valor más bajo en el año 2006 en el sitio 50 con 9,80 mg/L. En la zona media del canal de acceso a la Bahía en el año 2013 el valor más alto registrado fue de 164 mg/L en el sitio 132, el más bajo en el año 2007 en el sitio 155 con un valor de 2,60 mg/L.

En la zona alrededor de la isla de Buenaventura se identificó que el valor más alto se presentó en el año 2011 con 260 mg/L el cual fue en el sitio 223 y el más bajo en el sitio 190 en el año 2006 con un valor de 5,60 mg/L.

Cuadro 16. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	12,50	23,50	55,60	8,00	14,70	14,17	9,40	12,20	5,30
24		64,50	35,00	9,80	19,00	12,25	8,60	17,00	12,00
50		25,30	16,00	6,63	8,66	62,00	15,80	22,20	5,00
67		14,30	34,40	13,70	5,78	23,33	7,40	12,40	8,50
69	57,00	18,30	28,50	11,40	7,88	15,17	16,80	17,10	6,00
113	23,00	13,00	33,60	14,50	14,10	13,29	6,00	9,25	5,30
132	49,00	11,70	42,30	17,20	6,13	25,20	5,50	12,90	3,30
151		9,00	19,50	17,70	10,40	14,50	6,00	10,00	7,00
155		14,00	23,30	21,50	12,40	45,00	11,40	7,90	6,30
163		17,30	92,20	13,00	10,90	14,57	13,50	16,60	6,20
172		13,70	28,00	6,33	9,15	14,83	4,60	3,80	6,60
178	20,00	7,50	28,70	8,57	10,40	21,20	12,80	11,10	8,30
183		8,00	55,00	3,86	8,88	24,00	11,40	4,75	11,60
189		7,50	10,30	7,67	8,86	10,00	15,20	9,85	12,30
190	11,40	9,80	24,50	4,00	6,63	20,00	8,40	8,72	16,60
191		8,00	21,10	12,70	9,71	18,20	22,30	22,40	17,20
192		7,30	28,10	13,00	12,90	9,00	11,40	11,40	10,30
197	42,00	8,50	10,30	8,99	8,25	12,43	11,00	16,20	7,00
200	11,40	15,30	26,10	4,67	8,38	19,89	35,50	20,15	28,00
206	17,50	17,70	19,30	11,20	8,57	18,00	5,60	9,50	10,00
210		9,00	41,40	7,16	9,11	15,29	28,60	15,80	20,00
211	12,50	9,00	33,00	12,70	6,13	11,86	5,80	15,60	5,30
213	35,00	9,70	30,00	24,50	10,00	6,72	24,60	87,00	15,60
217	23,00	18,00	32,50	25,80	8,11	20,20	11,30	17,00	10,00
221		10,80	19,00	38,30	15,50	11,00	14,30	61,50	11,00
223		12,70	64,50	38,00	8,00	15,83	33,50	10,60	9,40
227	13,50	22,80	23,10	28,00	13,20	63,00	26,30	19,80	14,70
229		8,00	32,00	15,50	7,00	14,33	4,60	11,25	10,30
232	18,50	25,70	33,30	21,80	11,00	47,00	8,00	37,15	18,20
239	24,50	12,30	49,60	21,50	10,20	93,50	7,90	42,53	41,50



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.

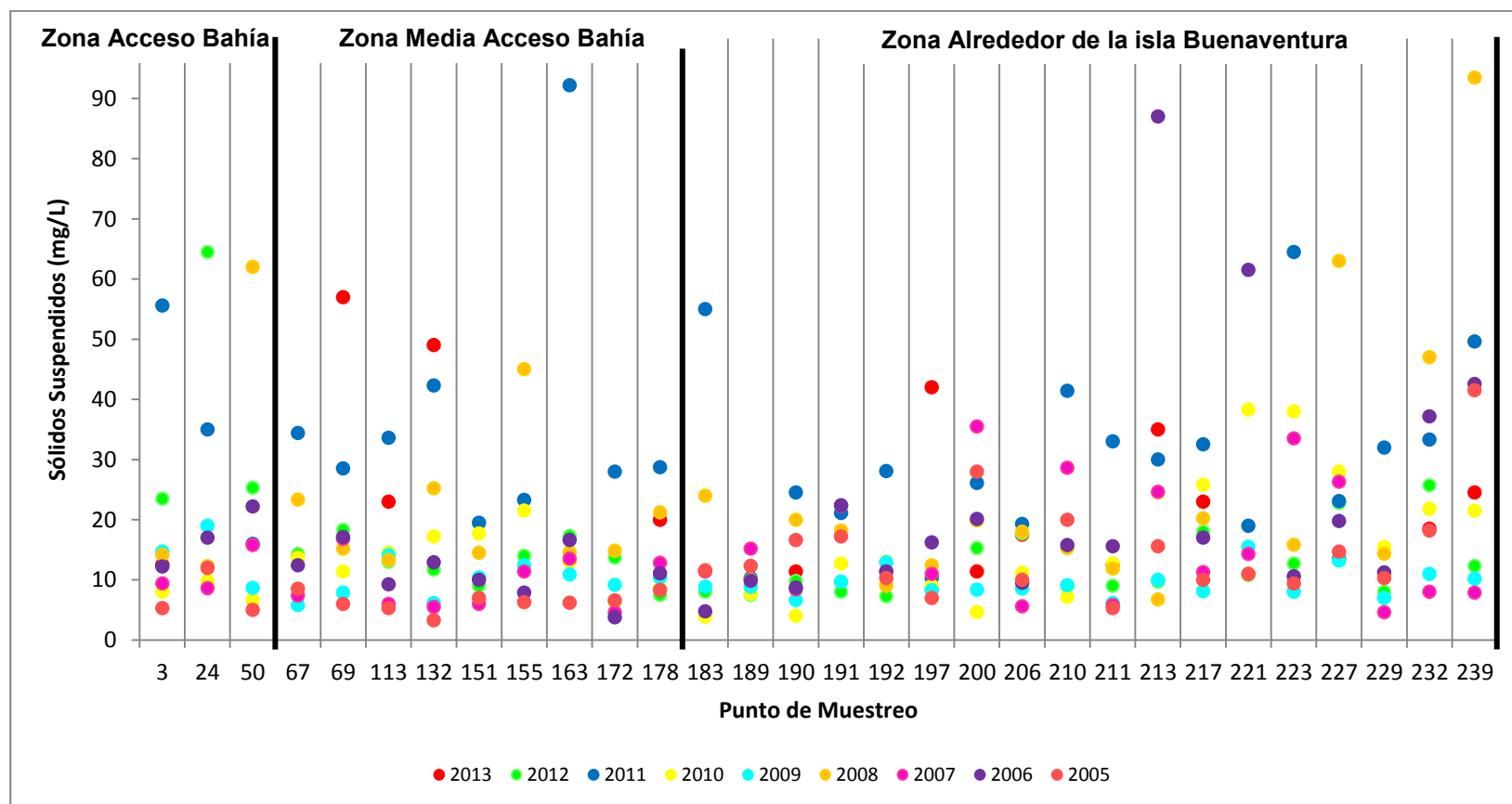
Cuadro 17. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	71,70	12,00	35,00	12,30	52,00	14,80	16,10	14,40	24,00
24		12,50	16,30	22,70	11,80	16,50	20,50	11,20	20,00
50		18,50	23,50	21,50	13,40	16,50	20,00	9,80	25,30
67		12,50	14,00	11,90	42,70	14,60	30,00	14,10	18,80
69	40,00	21,50	19,00	14,40	18,00	13,00	19,50	41,00	17,80
113	35,00	17,50	21,00	16,00	16,70	10,80	9,10	6,30	14,90
132	164,00	15,50	8,33	17,50	18,20	9,65	11,40	7,70	14,00
151		16,50	22,00	13,90	20,60	34,60	9,50	3,80	13,90
155		28,50	89,00	14,20	18,00	15,25	2,60	10,30	19,80
163		31,00	16,30	24,40	17,40	14,75	21,00	7,30	40,50
172		17,50	2,00	10,40	8,33	12,80	13,50	7,10	6,30
178	51,00	13,00	174,00	12,00	13,60	22,00	9,50	8,60	23,80
183		17,50	185,00	17,00	45,30	17,80	14,50	9,70	13,70
189		16,00	8,33	7,86	10,50	19,00	12,40	4,70	9,00
190	33,00	31,00	35,00	24,00	9,83	13,80	11,10	5,60	8,80
191		21,50	64,00	46,50	229,00	14,80	15,00	8,40	47,00
192		19,50	224,00	9,00	29,00	9,80	12,60	8,20	21,10
197	45,50	36,00	14,00	15,00	20,60	20,80	13,40	11,00	9,70
200	74,00	27,00	74,00	22,80	15,30	21,80	21,70	21,70	30,20
206	46,50	22,00	15,30	11,60	14,00	20,50	19,10	6,90	11,00
210		28,50	9,70	10,20	22,30	7,15	15,20	13,80	16,80
211	32,50	20,50	13,00	8,60	17,80	9,65	14,30	7,20	11,10
213	34,50	29,50	69,00	22,60	9,20	14,80	25,00	10,60	32,00
217	35,50	12,00	39,00	37,80	34,50	25,50	10,90	136,50	9,40
221		18,50	15,00	16,00	22,30	24,50	10,00	27,80	33,40
223		16,50	260,00	33,70	22,80	26,75	22,70		28,60
227	67,00	13,50	178,00	24,40	22,00	31,25	10,40	37,80	29,60
229		25,50	8,00	22,70	12,70	8,60	10,50	8,20	11,80
232	27,00	19,50	78,00	39,40	16,40	15,80	23,20	7,80	227,00
239	49,00	22,50	12,05	20,40	21,80	16,80	9,10	7,00	42,40

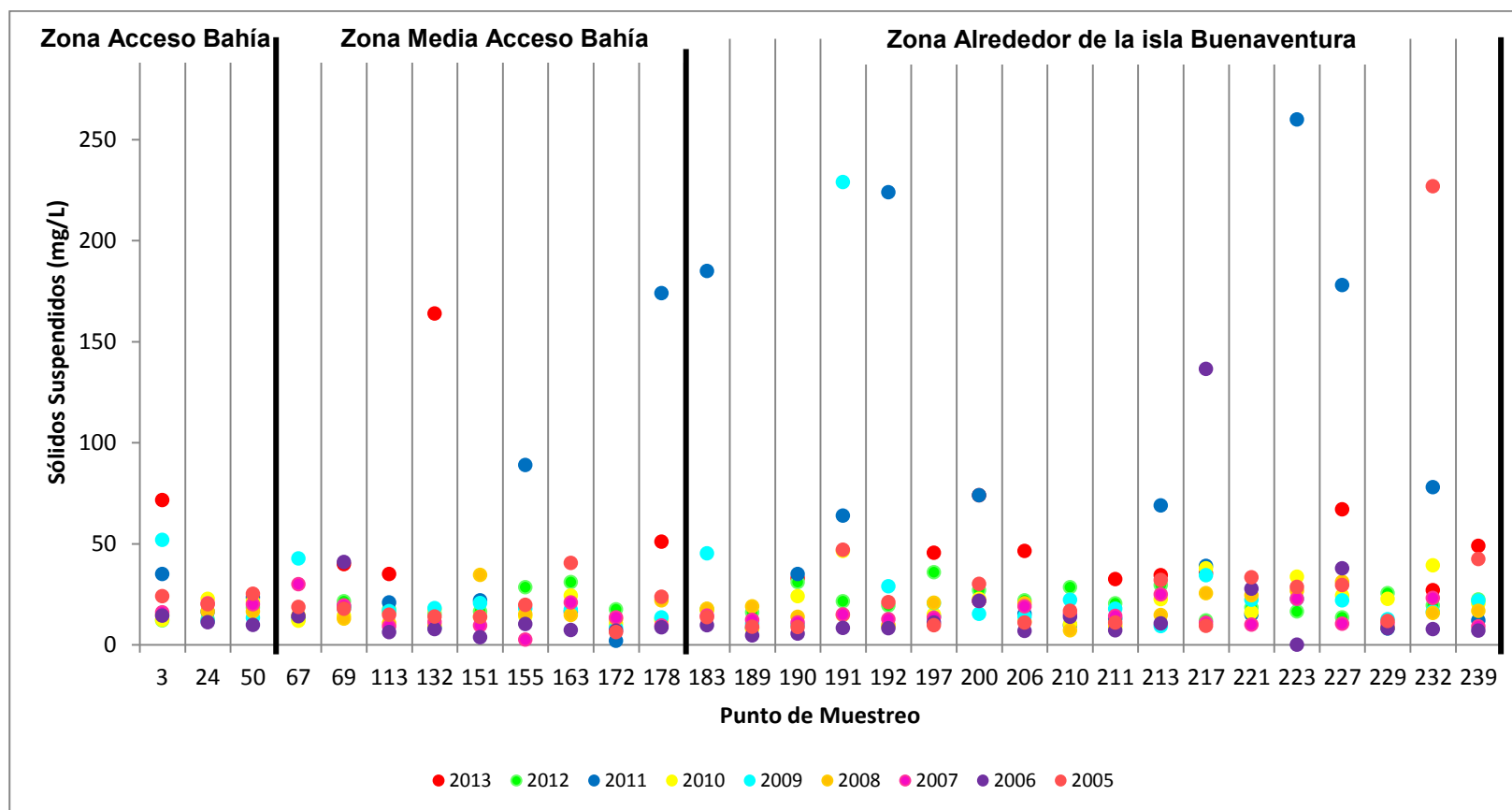
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

-  Puntos no muestreados a partir del año 2013.
-  Sin dato.

Gráfica 15. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendidos (mg/L)



Gráfica 16. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Sólidos Suspendedos (mg/L)



7.9. HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

En los Cuadros 18 y 19 se presentan todos los datos de hidrocarburos aromáticos de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráfica 17 y 18 que corresponden al primer y segundo semestre de los años muestreados se puede observar que los hidrocarburos aromáticos se encuentran en las tres zonas de la Bahía de Buenaventura.

Para el primer semestre los valores más altos se presentaron en el año 2012 en la zona de entrada a la Bahía en el sitio 3 con 3,230 $\mu\text{g/L}$, en la zona media del canal de acceso a la Bahía en el sitio 132 con 1,630 $\mu\text{g/L}$ correspondiente al año 2009 y en la zona alrededor de la isla de Buenaventura en el año 2008 el sitio 200 con 7,523 $\mu\text{g/L}$.

Los valores más bajos se encontraron en todos los 15 sitios del 2013 con 0,030 $\mu\text{g/L}$.

En el segundo semestre del año 2013 no se tienen datos de los hidrocarburos aromáticos, solo se cuenta con datos de los años 2005 al año 2012.

El valor más bajo de hidrocarburos aromáticos presentes en la entrada a la Bahía está el en sitio 3 con 0,099 $\mu\text{g/L}$ en el año 2009, en la zona media del canal de acceso a la Bahía en el sitio 132 con 0,117 $\mu\text{g/L}$ y la zona alrededor de la isla de Buenaventura en el sitio 197 con 0,121 ($\mu\text{g/L}$).



Los valores más altos se encuentran a lo largo del año 2012 en todos los 15 puntos muestreados en la Bahía de Buenaventura.

Los hidrocarburos aromáticos presentes en la Bahía de Buenaventura pueden estar relacionados con la intensidad de las actividades portuarias y de transporte marítimo que varían con la época.

Cuadro 18. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	0,030	3,230	0,881	0,158	0,074	0,123	0,119	0,529	0,364
24									
50									
67									
69	0,030	0,781	0,233	0,187	0,996	0,257	0,048	0,320	0,249
113	0,030								
132	0,030	0,840	0,883	0,345	1,630	0,237	0,716	0,192	0,508
151									
155									
163									
172									
178	0,030	0,738	0,579	0,220	0,630	0,043	0,335	0,385	0,465
183									
189									
190	0,030	0,762	0,356	0,124	1,050	0,039	0,247	0,168	0,417
191		0,418	0,392	1,460	1,980	0,175	0,150	0,168	0,572
192									
197	0,030	11,100	1,380	0,959	3,620	2,121	0,193	0,155	0,292
200	0,030	0,686	0,210	0,364	0,083	7,523	0,165	0,183	0,571
206	0,030	0,412	0,199	0,263	0,171	0,044	0,112	0,149	3,169
210									
211	0,030	0,518	0,0300	0,211	3,030	0,530	0,085	0,171	1,025
213	0,030	0,987	0,188	0,273	0,135	0,058	0,144	0,189	0,406
217	0,030	0,359	0,178	0,188	0,227	0,069	0,638	0,209	4,254
221									
223									
227	0,030	0,540	0,237	0,389	0,339	0,596	0,283	0,179	0,357
229									
232	0,030	0,350	0,493	0,337	0,428	0,626	0,221	0,117	5,288
239	0,030	2,780	0,255	0,135	0,756	0,762	0,243	0,250	0,619



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

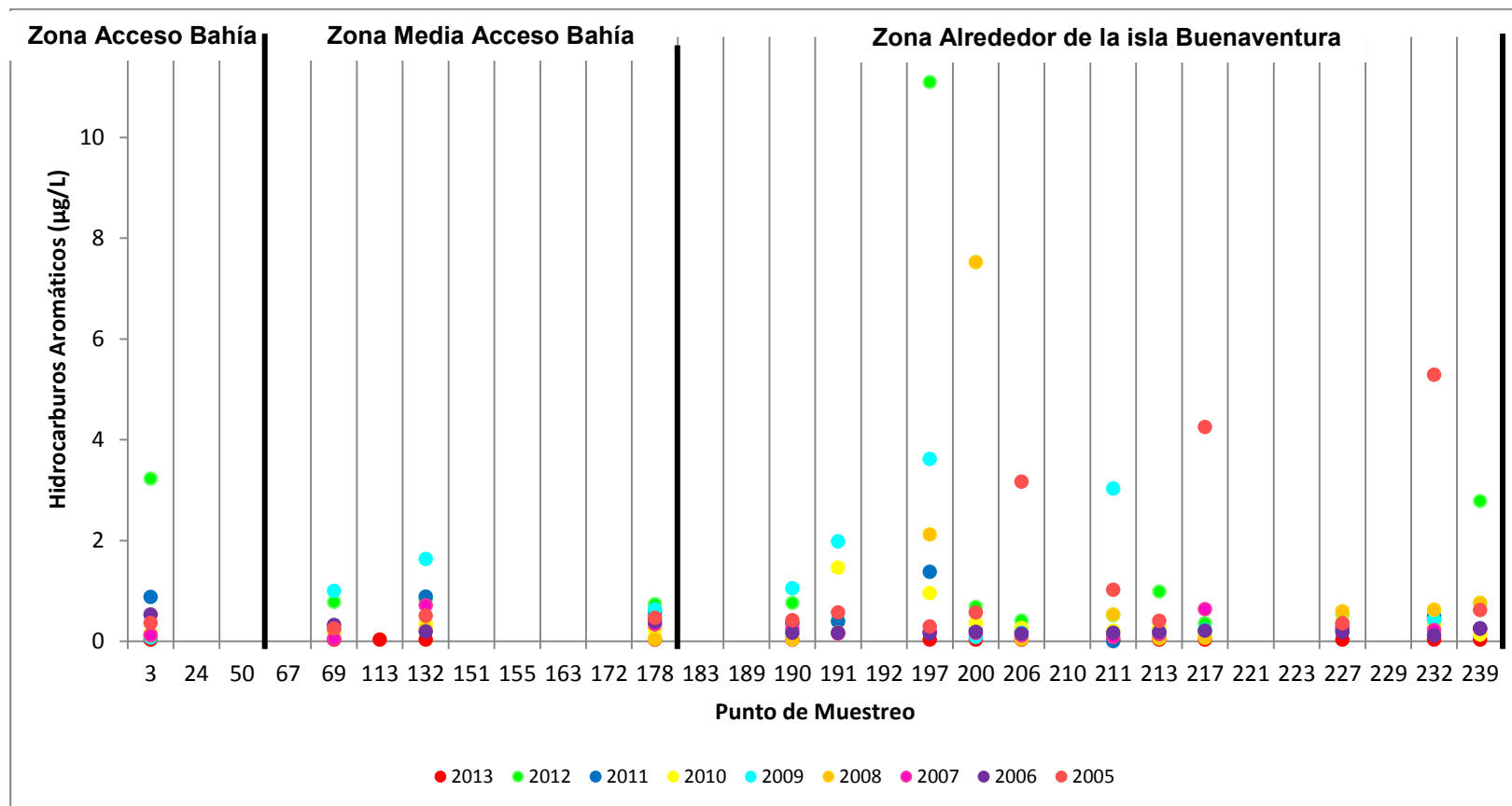
Cuadro 19. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3		17,700	0,980	15,100	0,099	0,081	1,596	1,510	0,258
24									
50									
67									
69		18,200	0,456	0,565	0,155	1,130	1,562	0,164	0,251
113									
132		16,000	0,436	3,720	0,117	0,253	8,594	0,683	0,119
151									
155									
163									
172									
178		17,600	4,630	0,322	0,906	0,093	4,440	0,297	0,631
183									
189									
190		15,800	0,455	0,388	0,160	0,105	2,335	0,356	0,347
191		18,600	0,447	0,550	0,540	0,132	4,817	6,954	0,266
192									
197		16,300	1,500	0,156	0,672	0,254	5,716	0,306	0,121
200		18,500	0,663	0,298	0,419	0,183	1,286	3,371	0,230
206		18,500	2,360	0,338	1,260	2,551	1,308	16,851	0,213
210									
211		18,400	1,810	0,259	0,329	0,149	1,485	0,880	0,130
213		15,800	0,743	0,912	1,030	0,250	2,378	0,468	0,395
217		17,900	0,591	0,533	0,215	0,250	3,058	0,436	0,221
221									
223									
227		19,400	1,110	1,920	0,451	0,186	2,336	1,735	0,386
229									
232		16,100	1,380	0,284	0,601	0,407	2,644	0,228	0,260
239		23,500	1,540	0,341	0,570	0,140	1,494	0,129	0,247

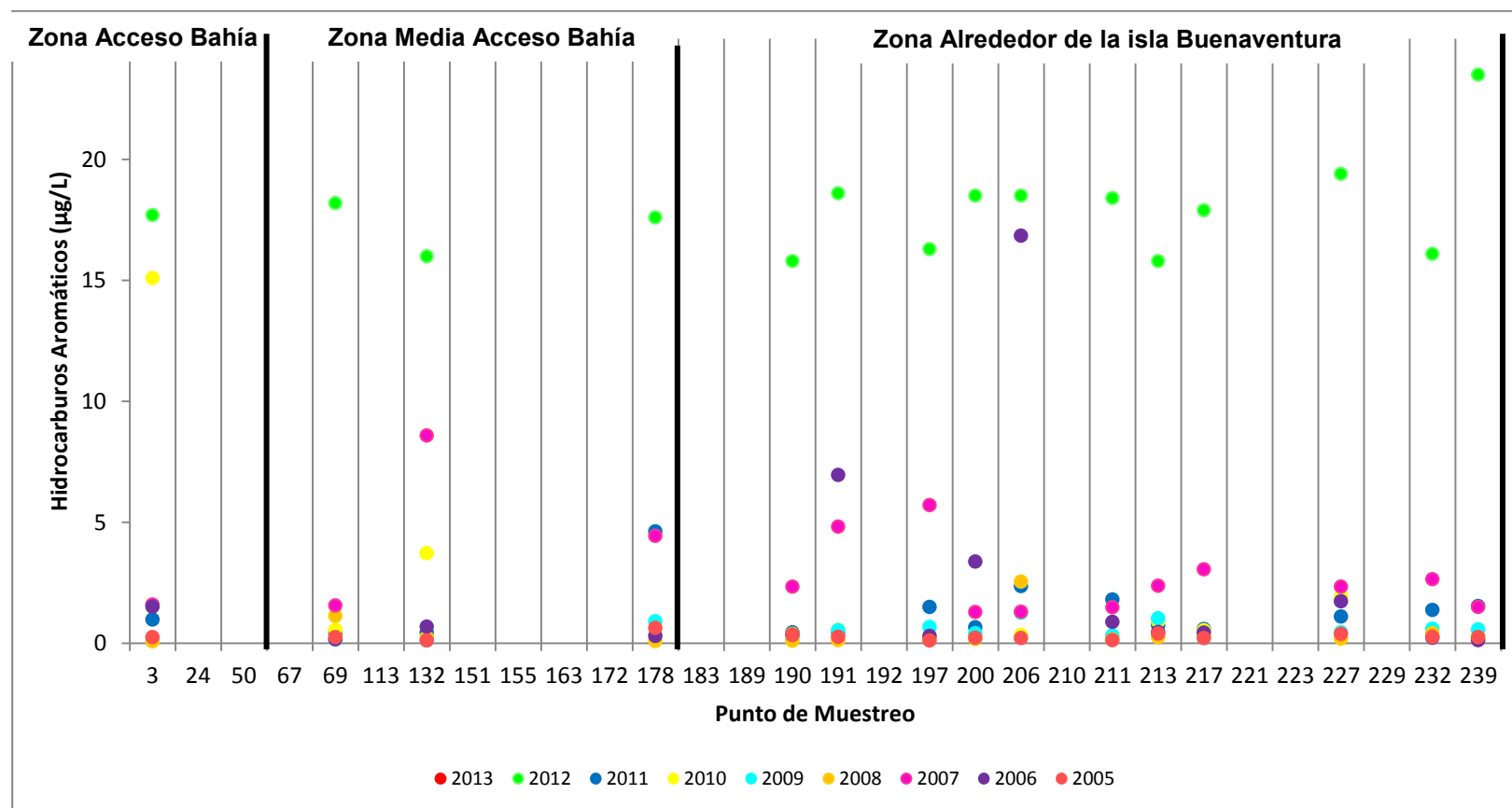
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 17. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)



Gráfica 18. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Hidrocarburos Aromáticos (µg/L)



7.10. COLIFORMES TOTALES

En los Cuadros 20 y 21 se presentan todos los datos de coliformes totales de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 19 y 20 que corresponden a los monitoreos realizados en el primer y segundo semestre de los años muestreados, se puede observar que los coliformes totales NMP se encuentran en las tres zonas de la Bahía de Buenaventura.

Para el primer semestre en la entrada a la Bahía el valor más alto se registró en el sitio 3 en el año 2007 con $9,3E+02$ NMP y el valor más bajo en este mismo sitio fue de $1,1E+04$ NMP en el año 2010. La zona media del canal de acceso a la Bahía tiene su valor más alto en el sitio 69 en el año 2007 con $9,3E+02$ NMP y el valor más bajo en el sitio 132 en el año 2009 con $1,1E+03$ NMP. Finalmente la zona alrededor de la isla de Buenaventura registra su valor más alto de coliformes totales en el sitio 200 con $9,3E+03$ NMP para el año 2011 y el más bajo es el sitio 190 en el año 2009 con un valor de $1,1E+03$ NMP.

En el segundo semestre la zona de entrada a la Bahía reporto como los valores más altos de Coliformes Totales el sitio 3 con $9,3E+02$ NMP en los años 2005 y 2012 y el valor más bajo en este mismo sitio fue de $1,1E+03$ NMP en el año 2008.

La zona media del canal de acceso a la Bahía en el sitio 69 se encuentran los datos más altos y bajos de coliformes totales siendo $9,3E+01$ NMP para el año 2006 y $1,1E+03$ para los años 2005 y 2009.



En la zona alrededor de la isla de Buenaventura los datos de coliformes totales más altos se encuentran en el sitio 200 con $9,3E+04$ NMP en el año 2013 y los más bajos en los años 2005 y 2006 con $1,1E+03$ NMP.

En general, los coliformes totales superan los valores estipulados en el Decreto 1594 de 1984 para aguas con uso recreativo tanto de contacto primario como secundario.

Cuadro 20. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	6,6E+03	2,1E+04	1,5E+02	1,1E+04	6,6E+02	2,4E+02	9,3E+02	4,3E+01	9,3E+01
24									
50									
67									
69	1,1E+04	2,4E+04	2,1E+04	6,6E+03	2,4E+02	1,5E+02	9,3E+02	9,3E+01	2,4E+03
113	1,1E+04								
132	9,3E+03	9,3E+03	4,3E+03	1,5E+04	1,1E+03	1,5E+02	6,6E+03	2,4E+02	4,3E+02
151									
155									
163									
172									
178	6,6E+04	2,3E+04	9,3E+03	9,3E+03	1,1E+03	2,4E+03	9,3E+03	3,9E+02	9,3E+02
183									
189									
190	2,4E+04	6,6E+04	9,3E+03	4,3E+03	1,1E+03	2,4E+02	2,4E+04	1,1E+03	2,4E+03
191		6,6E+04	2,0E+03	4,3E+04	2,4E+04	2,4E+04	2,4E+04	6,6E+03	2,4E+03
192									
197	9,3E+03	1,5E+04	3,6E+03	3,6E+03	2,4E+03	4,3E+03	1,1E+04	2,4E+02	1,5E+03
200	2,4E+06	2,4E+06	9,3E+04	1,5E+04	1,5E+04	1,1E+05	2,4E+06	9,3E+01	2,4E+04
206	1,5E+03	2,4E+04	4,3E+03	7,5E+03	1,1E+04	2,4E+03	6,6E+04	2,4E+02	7,5E+02
210									
211	9,3E+03	9,3E+03	7,5E+03	4,3E+03	2,4E+04	6,6E+03	6,6E+03	7,5E+02	2,4E+03
213	2,4E+05	2,4E+04	1,5E+05	2,4E+05	2,4E+05	2,4E+04	2,4E+05	2,4E+02	2,4E+03
217	1,1E+06	1,5E+05	7,3E+03	1,5E+05	2,4E+04	7,5E+05	1,5E+04	1,1E+03	6,6E+03
221									
223									
227	2,4E+05	1,1E+05	1,5E+05	6,6E+05	2,4E+04	9,3E+03	2,4E+04	9,3E+02	7,5E+02
229									
232	6,6E+04	1,1E+05	6,6E+04	2,3E+04	2,4E+05	6,6E+04	9,3E+03	4,3E+02	2,4E+04
239	2,4E+05	1,1E+05	3,9E+04	4,3E+04	6,6E+05	6,6E+04	2,4E+05	1,5E+03	6,6E+03



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

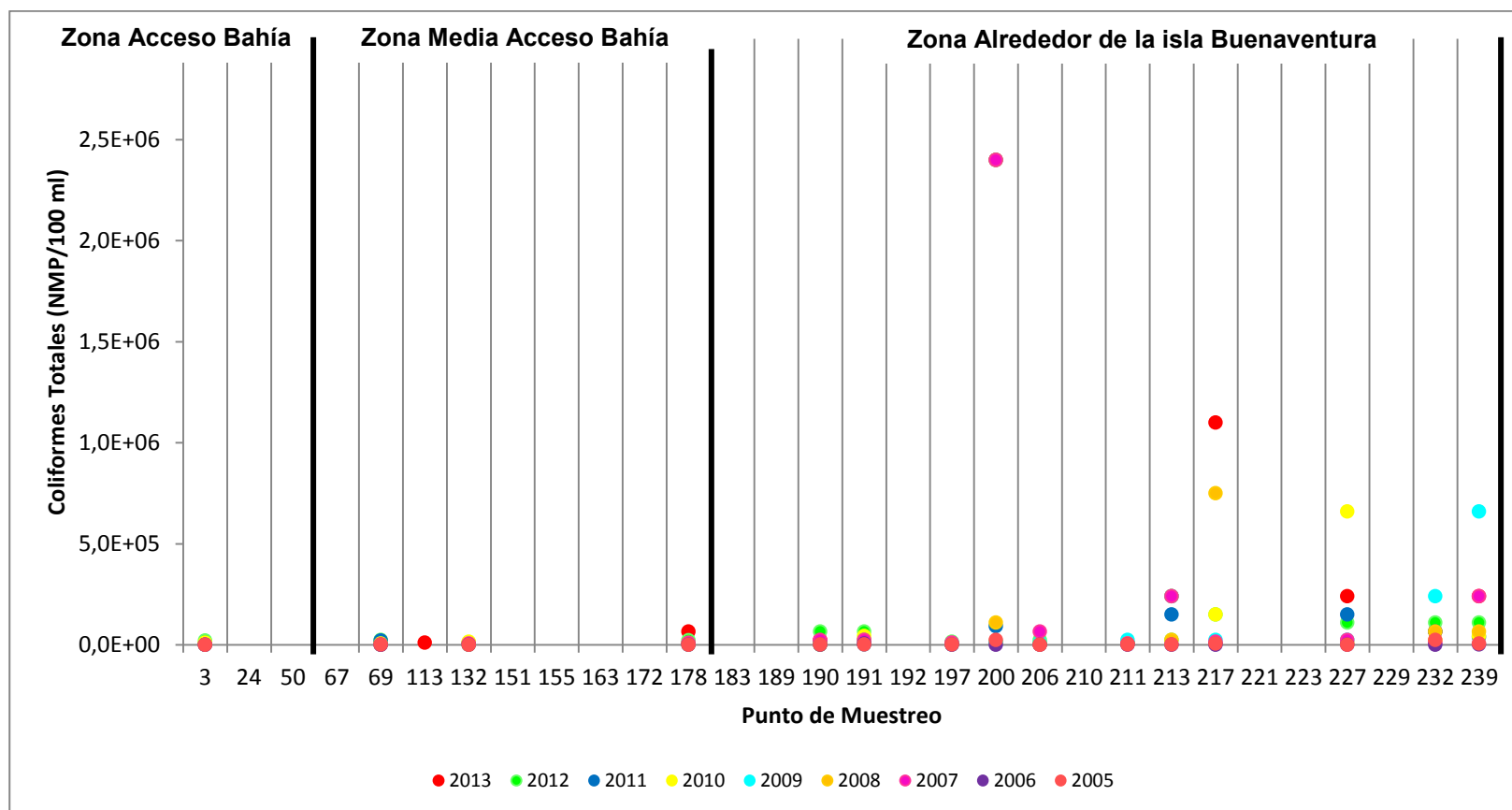
Cuadro 21. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	2,3E+02	9,3E+02	3,1E+03	6,6E+03	2,4E+04	1,1E+03	9,3E+01	3,6E+00	9,3E+02
24									
50									
67									
69	6,6E+03	2,3E+03	2,4E+04	1,5E+03	1,1E+03	4,3E+02	1,5E+02	9,3E+01	1,1E+03
113	2,1E+03								
132	4,3E+03	9,3E+02	2,3E+03	2,4E+04	1,1E+04	2,4E+03	2,4E+03	9,3E+01	4,3E+02
151									
155									
163									
172									
178	2,4E+05	2,4E+04	6,9E+04	2,4E+04	1,1E+04	6,6E+03	9,1E+00	2,4E+03	7,5E+02
183									
189									
190	9,3E+03	4,3E+03	7,2E+04	9,3E+03	2,4E+04	6,6E+03	4,3E+01	6,6E+02	1,5E+03
191		1,1E+05	9,2E+04	1,1E+06	2,4E+04	1,2E+04	1,6E+02	1,1E+03	1,1E+03
192									
197	6,6E+04	9,3E+03	1,5E+04	7,5E+04	9,3E+03	1,1E+04	2,9E+02	6,6E+02	2,4E+02
200	9,3E+05	4,3E+04	1,4E+05	7,5E+04	4,3E+05	1,5E+04	1,5E+04	2,4E+04	1,5E+02
206	2,1E+04	6,6E+04	1,6E+04	7,5E+03	2,4E+04	6,6E+03	6,6E+03	2,4E+02	9,3E+02
210									
211	2,1E+04	1,5E+04	2,8E+04	7,5E+03	2,4E+04	6,6E+02	6,6E+03	7,5E+02	2,4E+03
213	4,3E+03	1,5E+04	1,4E+05	7,5E+04	2,4E+05	2,4E+04	1,1E+05	2,4E+04	1,1E+05
217	4,3E+04	6,6E+04	1,6E+05	7,5E+04	2,1E+04	2,4E+03	6,6E+04	1,1E+04	2,4E+03
221									
223									
227	4,3E+04	2,4E+04	3,0E+05	4,3E+04	1,5E+04	1,1E+04	2,4E+03	2,4E+03	6,6E+02
229									
232	6,6E+04	1,1E+05	1,1E+05	1,5E+04	2,1E+04	6,6E+03	6,6E+03	6,6E+03	6,6E+03
239	2,3E+04	1,1E+05	1,8E+04	2,4E+05	1,5E+05	6,6E+03	1,5E+04	6,6E+03	2,4E+03

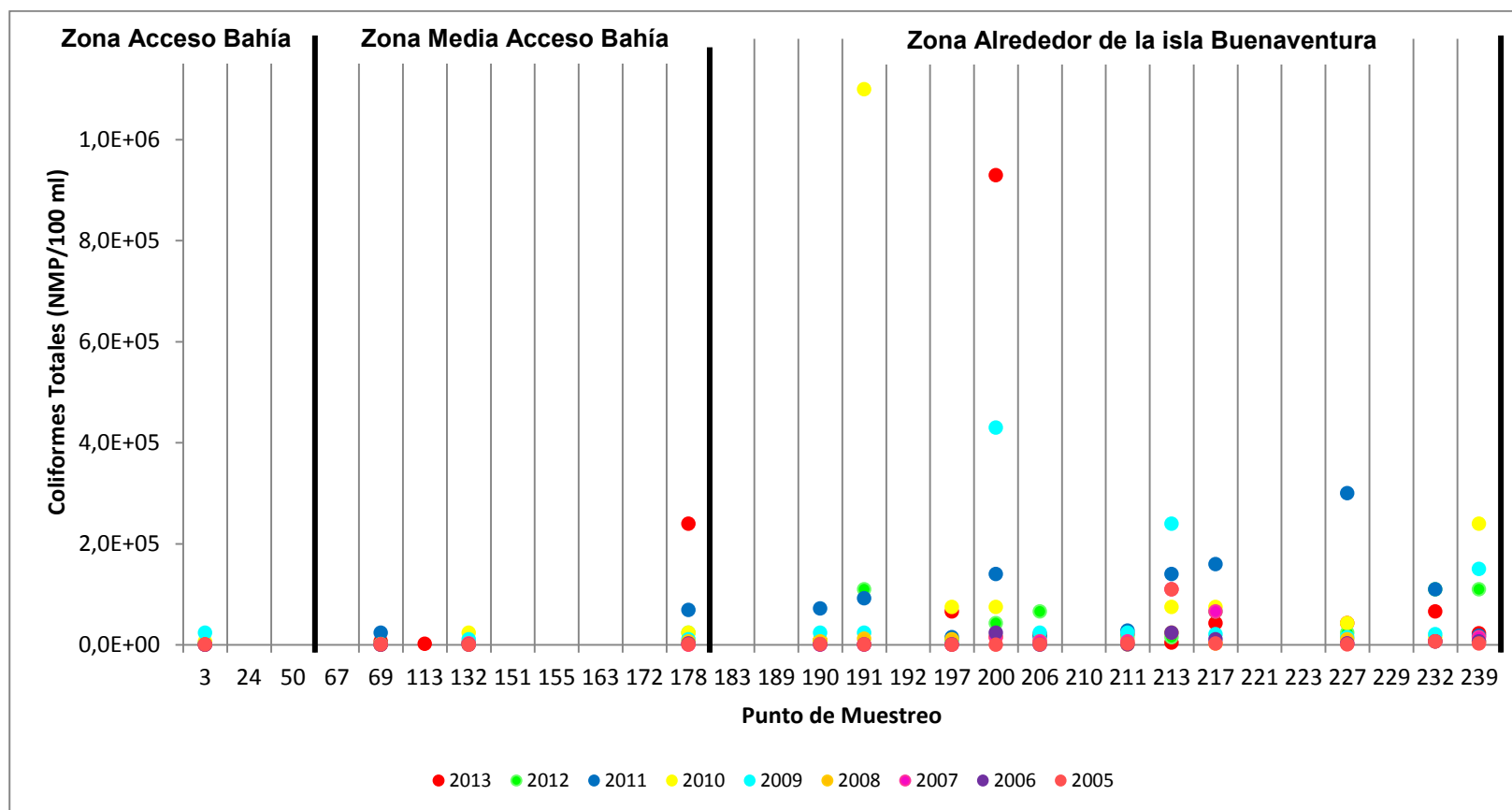
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 19. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)



Gráfica 20. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Totales (NMP)



7.11. COLIFORMES FECALES

En los Cuadros 22 y 23 se presentan todos los datos de coliformes fecales de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráficas 21 y 22 que corresponden al primer y segundo semestre de los años muestreados se puede observar que los coliformes fecales NMP se encuentran en las tres zonas de la Bahía de Buenaventura.

Para el primer semestre no se reportaron datos del año 2011 en la zona de la entrada a la Bahía y la parte media del canal de acceso al puerto. En la zona de entrada a la Bahía el valor más alto de coliformes fecales se reportó en el año 2013 con $9,3E+02$ NMP y el más bajo en el año 2006 con $2,3E+01$ NMP ambos reportados en el sitio 3.

En la zona media del canal de acceso al puerto en el sitio 69 se reportaron durante los años 2005, 2007 y 2013 los valores más altos de coliformes fecales con $9,3E+02$ NMP y el valor más bajo se reporta en el sitio 178 con $1,1E+03$ NMP para el año 2009.

En la zona alrededor de la isla de Buenaventura el valor más alto de coliformes fecales se encuentra en el sitio 213 con $9,3E+04$ NMP reportado en el 2007 y los más bajos en los sitios 190 y 217 con un valor de $1,1E+03$ MP para los años 2006 y 2009.

Para el segundo semestre en la zona de entrada a la Bahía los valores altos y bajos de coliformes fecales se encuentran reportados en el sitio 3 con $9,1E+01$ NMP y $1,0E+02$ NMP para los años 2013 y 2011 respectivamente.

En la zona media del canal de acceso al puerto, los sitios 69 y 113 reportan los valores de coliformes fecales de $1,1E+03$ NMP y $9,3E+02$ NMP respectivamente.

En la zona alrededor de la isla de Buenaventura los valores de coliformes fecales más altos se encuentran en los sitios 190, 197 y 203 con $9,3E+03$ NMP para los años 2009, 2010 y 2013. Los valores de coliformes fecales más bajos están en los



sitios 191, 211 y 239 con $1,1E+03$ NMP para los años 2006 y 2005 respectivamente.

En general, los coliformes fecales superan los valores estipulados en el Decreto 1594 de 1984 para aguas con uso recreativo tanto de contacto primario como secundario.

Cuadro 22. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	9,3E+02	4,3E+03		2,3E+02	6,6E+02	2,4E+02	2,3E+02	2,3E+01	4,3E+01
24									
50									
67									
69	9,3E+02	4,3E+03		2,3E+02	2,4E+02	4,3E+01	9,3E+02	4,3E+01	9,3E+02
113	1,5E+03								
132	1,5E+03	2,3E+03		9,1E+02	6,6E+02	4,3E+01	1,5E+03	9,3E+01	2,3E+02
151									
155									
163									
172									
178	9,3E+03	2,3E+04	4,3E+03	9,1E+02	1,1E+03	4,3E+02	9,3E+03	3,9E+02	4,3E+02
183									
189									
190	2,3E+03	4,3E+03	9,3E+03	1,5E+03	1,1E+03	2,4E+02	1,1E+04	6,6E+02	2,4E+03
191		9,3E+03		4,3E+03	6,6E+03	1,5E+03	9,3E+03	6,6E+03	2,4E+03
192									
197	1,5E+03	4,3E+03		1,5E+03	1,1E+03	7,3E+02	9,3E+02	2,4E+02	1,5E+03
200	2,4E+06	1,5E+05		9,1E+02	2,1E+03	1,5E+04	2,4E+06	9,3E+01	2,4E+04
206	1,5E+03	9,3E+03	2,3E+03	9,1E+02	1,1E+04	2,4E+03	4,3E+03	2,4E+02	2,0E+02
210									
211	4,3E+03	4,3E+03	2,1E+03	3,6E+02	2,4E+04	7,5E+02	4,3E+02	1,5E+02	2,4E+03
213	1,1E+05	4,3E+03	2,0E+04	2,1E+04	1,1E+05	9,3E+03	9,3E+04	9,3E+01	2,4E+03
217	6,6E+05	7,5E+04		7,3E+03	2,4E+04	7,5E+05	4,3E+03	1,1E+03	1,5E+03
221									
223									
227	1,1E+05	1,5E+04	9,3E+03	1,5E+04	2,4E+04	4,3E+03	4,3E+03	9,3E+02	7,5E+02
229									
232	2,4E+04	7,5E+03	1,5E+04	4,3E+02	2,4E+05	9,3E+03	2,4E+03	4,3E+02	1,1E+04
239	1,1E+05	2,1E+04	9,1E+02	2,3E+03	6,6E+05	6,6E+04	1,1E+05	7,5E+02	6,6E+03



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

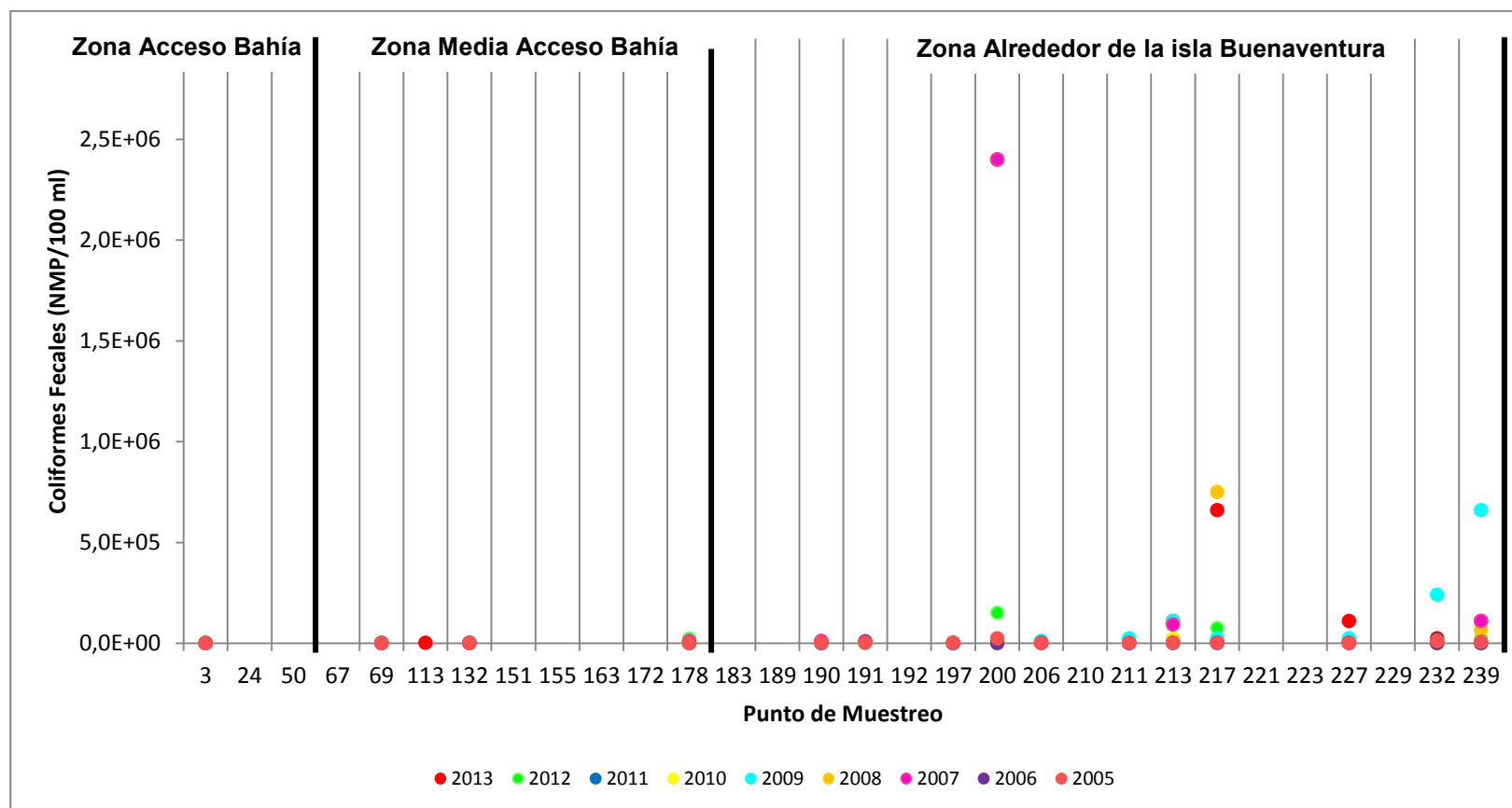
Cuadro 23. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	9,1E+01	4,3E+02	1,0E+02	1,5E+03	1,1E+04	1,1E+03	2,1E+01	<3	2,3E+02
24									
50									
67									
69	4,3E+02	3,6E+02	3,3E+02	7,5E+02	1,1E+03	2,3E+02	2,0E+01	2,3E+01	9,3E+01
113	9,3E+02								
132	2,3E+03	4,3E+02	4,0E+01	4,3E+03	1,1E+04	2,4E+03	2,4E+03	4,3E+01	2,3E+02
151									
155									
163									
172									
178	2,4E+04	4,3E+03	2,5E+03	4,3E+03	6,6E+03	6,6E+03	9,1E+00	4,3E+02	2,3E+02
183									
189									
190	4,3E+03	9,1E+02	3,4E+03	9,3E+03	6,6E+03	6,6E+03	4,3E+01	2,4E+02	9,3E+02
191		6,4E+03	3,6E+03	4,3E+04	1,1E+04	3,9E+03	1,6E+02	1,1E+03	6,6E+02
192									
197	9,3E+03	9,1E+02	5,2E+02	7,3E+04	9,3E+03	6,6E+03	2,9E+02	2,4E+02	9,3E+01
200	4,3E+05	2,3E+04	3,1E+03	4,3E+04	4,3E+05	7,5E+03	1,5E+04	2,4E+04	9,3E+01
206	9,3E+03	2,4E+04	7,5E+02	2,3E+03	2,4E+04	6,6E+03	6,6E+03	2,4E+02	4,3E+02
210									
211	4,3E+03	4,3E+03	5,2E+02	4,3E+03	9,3E+03	9,3E+01	6,6E+03	7,5E+02	1,1E+03
213	2,3E+03	3,9E+03	5,0E+03	2,3E+04	2,4E+05	1,1E+04	6,6E+04	2,4E+04	1,1E+05
217	9,1E+03	7,5E+03	1,2E+04	2,3E+04	9,3E+03	2,4E+03	6,6E+04	1,1E+04	2,4E+03
221									
223									
227	1,5E+04	9,3E+03	3,1E+03	1,5E+04	1,5E+04	1,1E+04	2,4E+03	9,3E+02	6,6E+02
229									
232	4,3E+03	6,6E+04	5,2E+03	1,5E+04	2,1E+04	2,4E+03	6,6E+03	9,3E+02	6,6E+03
239	9,1E+03	1,1E+05	2,0E+02	1,5E+04	7,5E+04	2,4E+03	1,5E+04	2,4E+03	1,1E+03

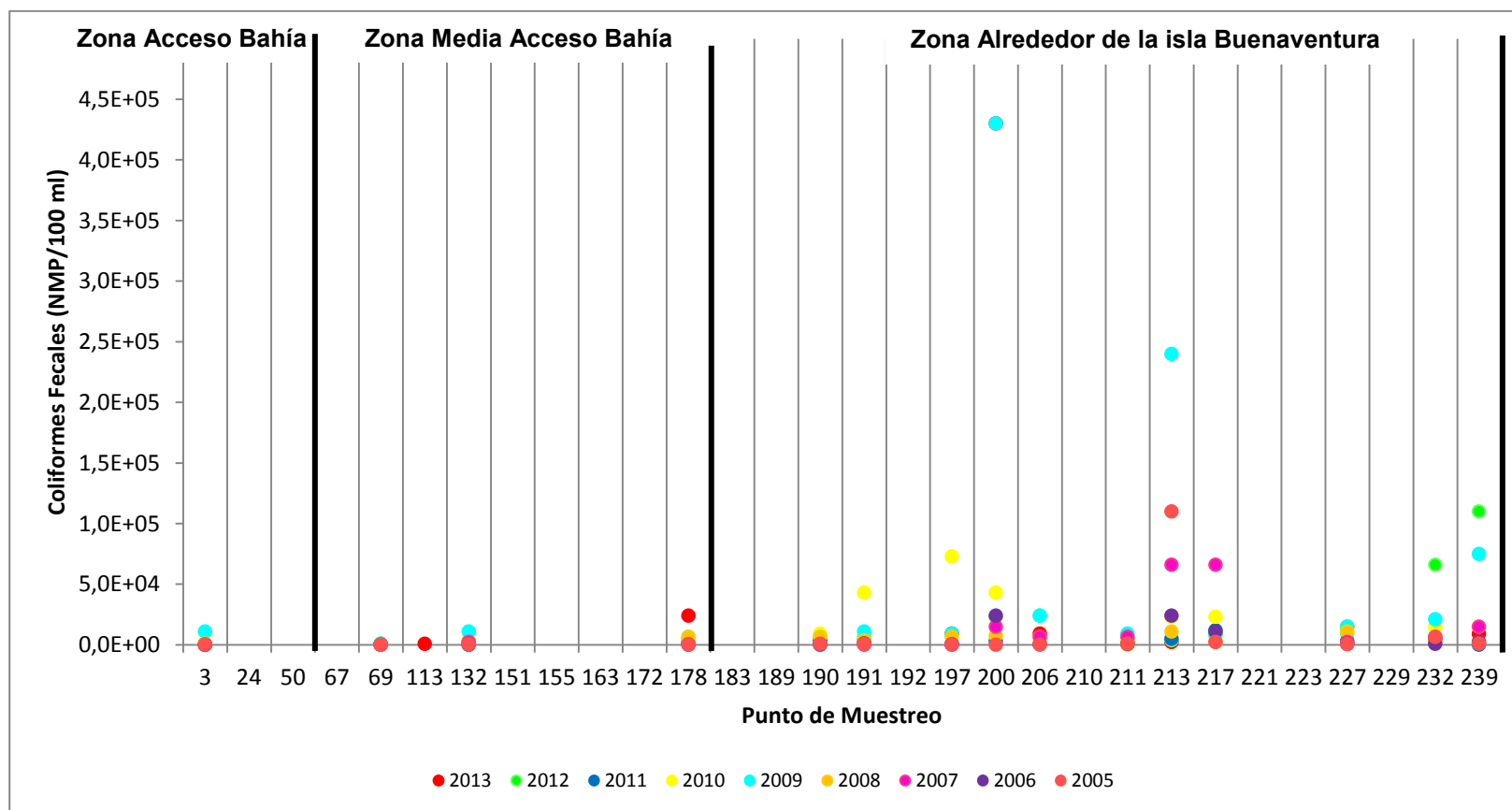
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 21. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)



Gráfica 22. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Coliformes Fecales (NMP)



7.12. COLOR

En los Cuadros 24 y 25 se presentan todos los datos de color de los 30 sitios muestreados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura.

En las Gráfica 23 y 24 que corresponde al primer y segundo semestre de los años muestreados donde se puede observar el color del agua en las tres zonas de la Bahía de Buenaventura.

Para el primer semestre los valores más altos en las tres zonas de la Bahía están distribuidos así: para la zona de entrada el sitio 24 con 61 UPC, en la zona media del canal de acceso al puerto el sitio 69 con 65 UPC y en la zona alrededor de la isla de Buenaventura el sitio 190 con 64 UPC, los tres datos reportados en el año 2012.



El valor más bajo esta reportado en las tres zonas durante todo el primer semestre del 2009 con un valor constante de 0,2 UPC.

En el segundo semestre en la zona de entrada a la Bahía el sitio 3 tiene el valor más alto y más bajo, 38,5 UPC y 5 UPC reportados en el año 2013 y 2005 respectivamente. La zona media del canal de acceso al puerto en el sitio 67 reporta en el año 2010 el valor más bajo con 5,2 UPC y el más alto en el sitio 178 con 86,9 UPC en el año 2011. En la zona alrededor de la isla de Buenaventura los valores más altos se encuentran en el año 2011 en los sitios 192 y 223 con 127 UPC y 154 UPC, los valores más bajos están en el año 2010 con 6,4 (UPC) en los sitios 197 y 239.

Cuadro 24. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Color (UPC)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	7,6	57,0	16,1	8,3	0,2	9,0			
24		61,0	19,1	9,2	0,2	7,0			
50		44,7	11,3	8,7	0,2	5,8			
67		52,0	15,0	8,1	0,2	7,3			
69	7,2	65,0	16,6	7,2	0,2	7,0			
113	10,2	34,0	15,7	8,6	0,2	7,2			
132	14,7	27,0	15,8	7,7	0,2	6,5			
151		30,0	12,4	8,4	0,2	6,8			
155		24,0	11,2	7,2	0,2	6,3			
163		22,0	20,7	7,5	0,2	6,9			
172		23,0	15,0	10,4	0,2	7,4			
178	6,1	25,0	19,2	7,9	0,2	9,1			
183		20,0	23,3	9,1	0,2	8,3			
189		22,0	13,4	8,5	0,2	9,4			
190	6,1	64,0	13,6	8,2	0,2	13,3			
191		33,0	12,2	7,4	0,2	9,5			
192		33,0	12,7	8,2	0,2	7,9			
197	7,6	44,0	11,6	8,9	0,2	9,0			
200	4,9	21,0	12,0	8,0	0,2	11,5			
206	4,8	31,0	9,7	7,9	0,2	13,2			
210		28,5	14,8	7,8	0,2	8,4			
211	3,8	31,0	11,2	8,0	0,2	8,3			
213	8,5	29,5	12,8	14,1	0,2	9,1			
217	15,4	30,0	24,5	10,1	0,2	17,0			
221		27,0	11,3	8,4	0,2	13,0			
223		29,0	30,0	13,5	0,2	8,2			
227	9,4	23,0	15,2	11,1	0,2	12,2			
229		24,0	12,4	8,0	0,2	8,9			
232	6,6	31,0	12,5	11,3	0,2	10,6			
239	8,8	22,5	12,1	8,8	0,2	12,3			



Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

-  Puntos no muestreados a partir del año 2013.
-  Sin datos.

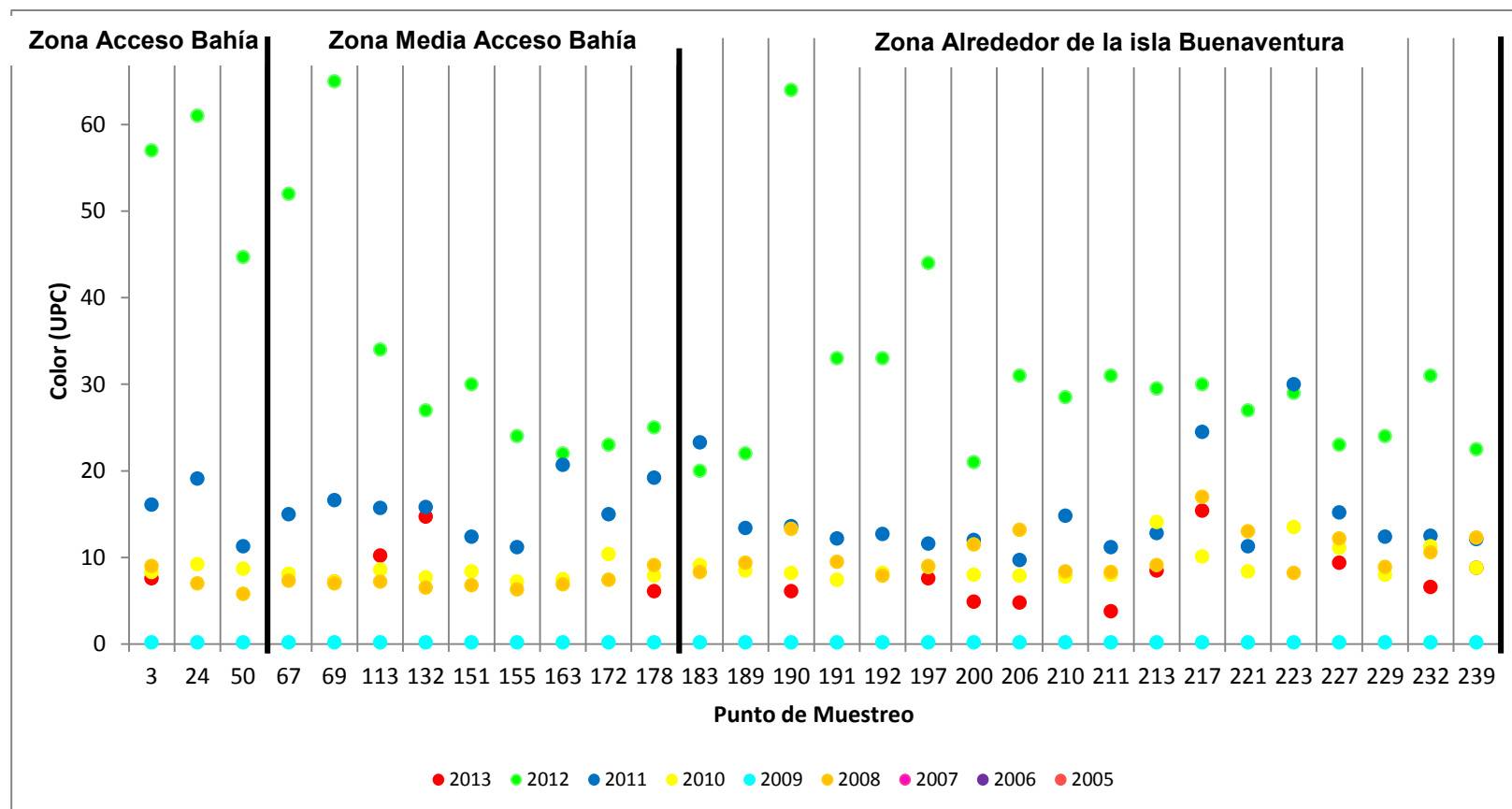
Cuadro 25. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Color (UPC)

Punto	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
3	38,5	8,1	12,9	5,0	8,2	9,7			
24		9,5	14,7	9,1	8,2	9,1			
50		24,0	17,4	11,8	9,2	8,8			
67		16,0	17,0	5,2	13,3	8,9			
69	17,6	8,9	15,4	6,0	8,3	9,7			
113	19,7	12,4	20,2	12,7	8,5	9,5			
132	51,3	15,1	14,5	6,9	20,5	9,1			
151		11,4	20,8	7,7	73,0	14,4			
155		10,8	33,7	8,7	68,0	12,2			
163		13,1	16,6	13,5	9,4	11,9			
172		11,5	14,4	8,5	13,1	12,0			
178	44,1	13,1	86,9	6,5	11,7	15,9			
183		12,0	55,3	7,3	11,5	12,8			
189		62,0	14,0	7,6	11,6	17,8			
190	47,6	14,0	23,4	7,5	12,3	10,9			
191		23,0	29,0	15,5	24,0	19,5			
192		12,5	127,0	7,2	24,9	11,1			
197	20,4	12,9	20,8	6,4	9,6	15,0			
200	40,5	18,1	34,7	9,5	19,1	12,8			
206	41,8	14,9	19,5	7,9	16,8	15,0			
210		12,8	16,4	8,4	18,0	10,1			
211	38,7	13,5	18,3	8,1	17,1	10,4			
213	35,7	13,8	28,8	8,9	25,1	10,6			
217	22,7	12,8	26,3	9,4	9,5	9,5			
221		15,4	18,0	7,2	15,1	15,8			
223		57,0	154,0	7,9	24,8	32,0			
227	73,0	69,0	53,9	13,8	12,8	20,7			
229		81,0	18,8	9,4	11,6	9,7			
232	24,7	62,0	18,8	11,4	13,9	12,9			
239	44,2	14,4	21,2	6,4	19,8	12,9			

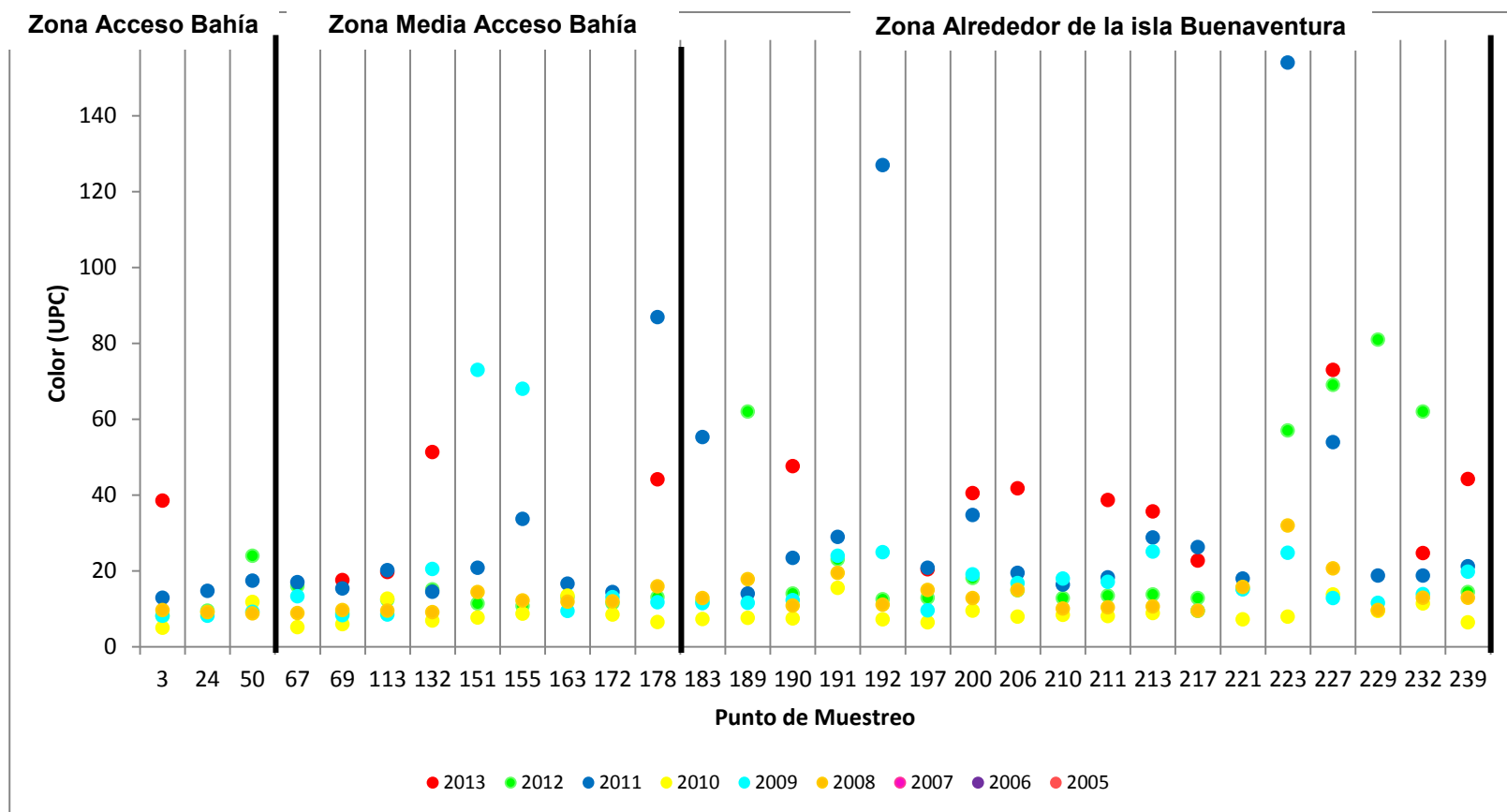
Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.

 Puntos no muestreados a partir del año 2013.
 Sin datos.

Gráfica 23. Bahía de Buenaventura. Muestreos Primer Semestre – Años 2005 al 2013. Color (UPC)



Gráfica 24. Bahía de Buenaventura. Muestreos Segundo Semestre – Años 2005 al 2013. Color (UPC)



8. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA - ICA

El deterioro de la calidad del agua hoy en día es un problema grave que incluye tanto el aspecto ambiental como el social y económico. A través del tiempo, se han elaborado varios índices de calidad del agua que examinan diferentes variables y diversas metodologías. Teniendo en cuenta varios de éstos ICA consultados se buscó establecer uno que fuera más completo y que pudiera ser aplicado para medir la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura teniendo en cuenta que debe determinar el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas, que describan el estado del agua marina con relación a las condiciones ambientales que propician un ambiente saludable para la recreación, mediante contacto primario y secundario. Este indicador debe tener en cuenta variables que puedan evaluar el efecto de la actividad portuaria en la vida, salud y actividades del hombre con la descarga de vertimientos y contaminantes en el agua marina. Los parámetros Oxígeno Disuelto y Coliformes Fecales deben tener mayor peso ya que son indicadores de contaminación orgánica y contaminación fecal.

El Índice de Calidad del Agua ICA es una expresión simple de una combinación compleja de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua, de manera que se emita un concepto unificado de la calidad de las aguas.

El objetivo de utilizar el ICA es evaluar la calidad de las aguas de la Bahía de Buenaventura cuyo uso del agua es básicamente para recreación mediante contacto primario y secundario, a partir de parámetros físico químicos y microbiológicos. El propósito del ICA es simplificar la información y hacer más fácil la toma de decisiones.

Para determinar el índice de calidad del agua en la Bahía de Buenaventura se tomó como base el ICA de CETESB ya que tiene en cuenta los parámetros con los que se cuenta con información y que han sido monitoreados por la CVC desde hace más de 10 años.

8.1. PESO RELATIVO ASIGNADO PARA CADA PARÁMETRO

El peso relativo de cada variable del ICA de CETESB es el siguiente:

Cuadro 26. Peso relativo de cada parámetro – ICA de CETESB

Parámetro	% Peso
Temperatura	10
Oxígeno Disuelto	17
DBO ₅	10
Sólidos Totales	8
Turbiedad	8
Nitrógeno Total	10
Fósforo Total	10
pH	12
Coliformes Fecales	15

Fuente: BAENA, Luisa Marina. Línea base ambiental de la calidad de los recursos hídricos superficiales en el valle del cauca. Laboratorio Ambiental. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Santiago de Cali. Julio de 2006.

El ICA utilizado tiene en cuenta 9 parámetros para su desarrollo. En este caso solamente se cuenta con seis de los nueve parámetros, por tal motivo, al faltar el valor de tres de los parámetros, su peso específico se repartió en forma proporcional entre los restantes quedando de la siguiente forma: (Índice numérico cualitativo para medir la calidad de las aguas costeras cubanas. Serie oceanográfica No. 5. 2009).

Cuadro 27. Peso relativo de cada parámetro. Bahía de Buenaventura

Parámetro	% Peso
Temperatura	15
Oxígeno Disuelto	22
Sólidos Totales	13
Turbiedad	13
pH	17
Coliformes Fecales	20

8.2. CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El ICA para condiciones óptimas adopta un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación en el agua.

La clasificación de la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura se realizó de acuerdo a la escala planteada en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Clasificación ICA. Bahía de Buenaventura

ICA	Clasificación
79 - 100	Excelente Calidad
51 - 79	Buena Calidad
36 - 51	Regular Calidad
19 - 36	Mala Calidad
0 - 19	Pésima Calidad

Fuente: BAENA, Luisa Marina. Línea base ambiental de la calidad de los recursos hídricos superficiales en el valle del cauca. Laboratorio Ambiental. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Santiago de Cali. Julio de 2006.

8.3. ECUACIÓN GENERAL UTILIZADA PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

Para calcular el índice de calidad del agua (ICA) se realizó un promedio aritmético ponderado de los subíndices. El resultado fue un número entre 0 y 100, donde 0 representa la calidad del agua muy pobre y 100 representa una calidad del agua excelente. La ecuación utilizada es la siguiente: (FERNANDEZ PARADA, Nelson Josue. Índices de calidad y de contaminación del agua. Universidad de Pamplona. Capítulos II y III. 2008).

$$ICA = \sum_{i=1}^n I_i W_i$$

Donde:

i: corresponde a los parámetros de calidad empleados por el índice

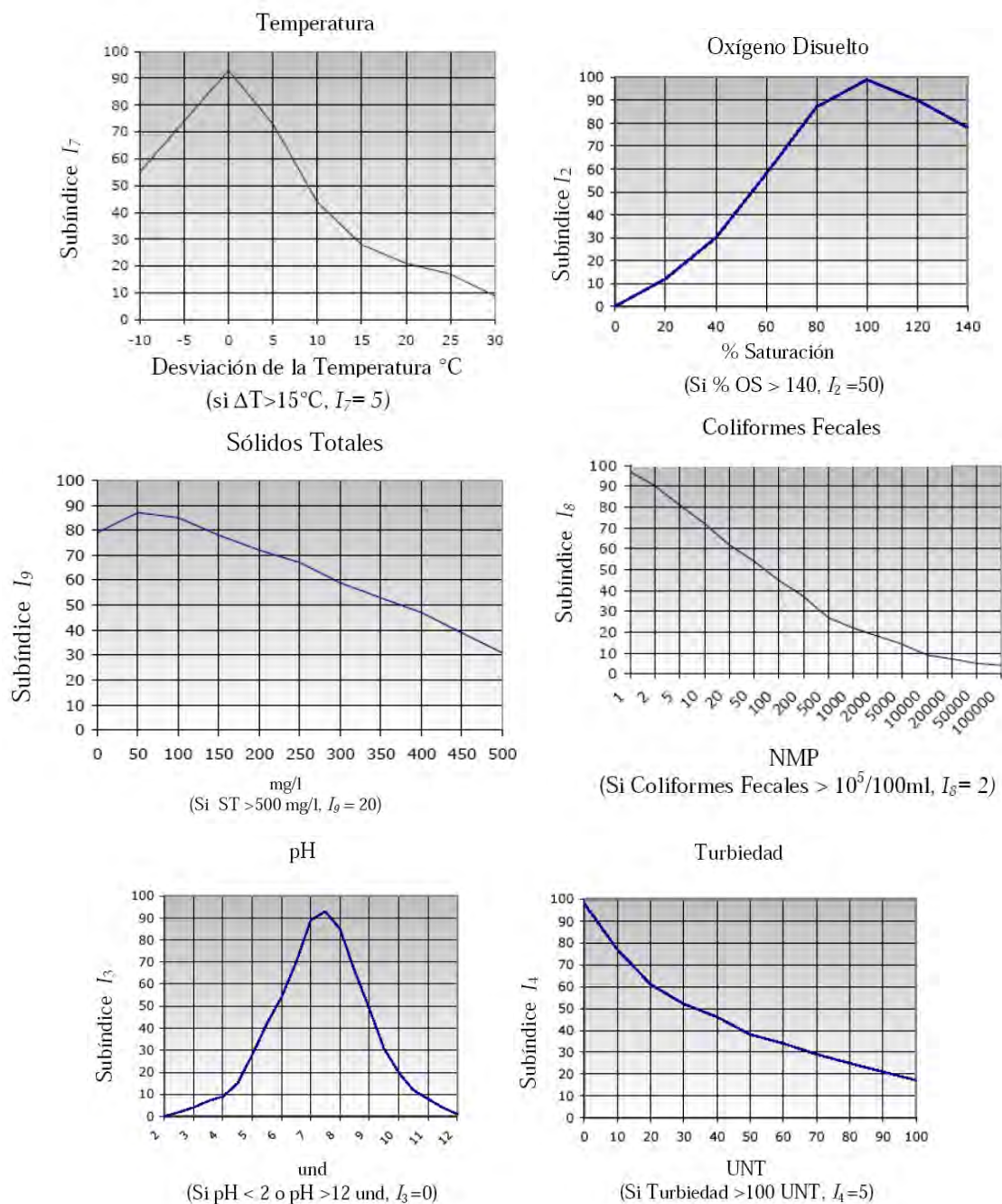
I: corresponde al valor del subíndice de cada parámetro, el cual establece un nivel de calidad a partir de la concentración del parámetro respectivo

W: corresponde al peso relativo o ponderación asignado a cada variable o parámetro según su importancia

8.4. CURVAS DE FUNCIÓN

Para realizar el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) se utilizaron las curvas de función de la NSF y son las siguientes:

Figura 4. Curvas de función para cada parámetro



8.5. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA - BAHÍA DE BUENAVENTURA

Finalmente, el índice de calidad del agua (ICA) obtenido en cada punto de muestreo de la Bahía de Buenaventura a partir de la sumatoria del producto del valor calificado de cada parámetro multiplicado por su correspondiente peso o coeficiente de ponderación, se representa en el Cuadro 28 y en la Figura 5.

Para hallar cada dato anotado en el Cuadro 29, se calculó el promedio matemático en cada sitio de monitoreo y para cada parámetro muestreado en cada año monitoreado y con base en estos datos se calcula el índice de calidad del agua (ICA). Se utilizó el promedio Anual.

Cuadro 29. Índice de calidad del agua. Bahía de Buenaventura. 2005 - 2013

Punto	Temp	OD	ST	Turbiedad	pH	Col.Fec	ICA
3	28,14	6,26	23516,17	22,11	7,76	1220,56	33
24	27,96	6,35	21790,13	17,63	7,85		36
50	27,90	6,45	20818,75	19,25	7,81		36
67	28,07	6,14	21115,63	18,00	7,79		37
69	28,11	6,14	19844,61	17,39	7,76	637,89	35
113	28,14	6,02	20385,11	18,78	7,74	1215,00	33
132	28,22	5,93	17578,33	21,50	7,73	1643,28	32
151	28,15	6,21	18462,00	19,06	7,72		36
155	28,15	6,17	16133,19	24,69	7,70		35
163	28,30	5,98	15594,00	21,50	7,61		36
172	28,39	6,07	15250,13	13,13	7,58		38
178	28,10	6,18	15348,78	38,94	7,61	4634,95	30
183	28,59	6,15	16919,38	34,06	7,63		34
189	28,49	6,03	17265,63	14,63	7,60		37
190	28,69	6,05	16123,06	19,17	7,58	3506,83	32
191	28,76	6,08	15948,31	34,00	7,64	6863,75	29
192	28,64	6,35	18289,00	38,56	7,64		34
197	28,59	6,04	16852,17	19,06	7,59	5791,83	31
200	28,78	5,81	16755,11	50,50	7,63	440988,67	30
206	28,61	5,77	16743,33	19,11	7,52	5476,11	31
210	28,79	5,98	18181,06	21,94	7,58		36
211	28,74	5,90	16917,61	16,50	7,58	3891,83	33
213	28,68	5,37	15918,56	36,94	7,57	53499,61	29
217	28,62	5,49	15116,56	44,78	7,54	128711,11	30
221	28,76	5,07	16560,94	30,56	7,47		34
223	28,36	6,10	11473,50	66,50	7,57		31
227	28,38	5,56	13563,67	57,12	7,47	19498,33	27
229	28,74	5,92	16266,19	15,44	7,54		38
232	28,52	4,70	15991,56	29,67	7,41	25432,78	29
239	28,39	4,81	15808,50	28,56	7,45	72703,33	28

Fuente: Tabla construida a partir de la información del Laboratorio Ambiental CVC.




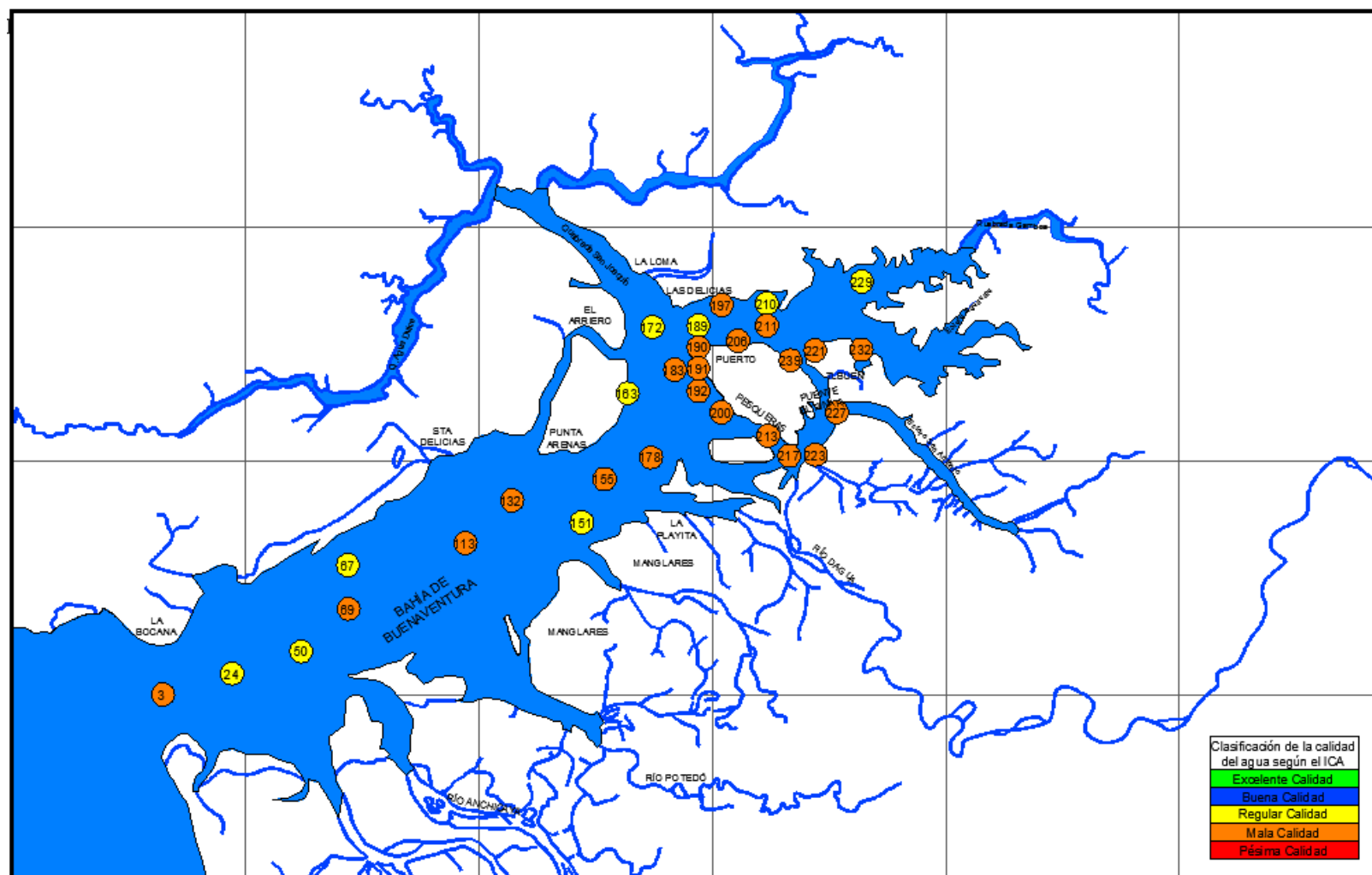
-  Sin datos.
-  Agua de regular calidad.
-  Agua de mala calidad.

Figura 5. Calificación del índice de calidad del agua. Bahía de Buenaventura



8.6. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA ICA DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA

Analizando el índice de calidad del agua ICA de los 30 puntos de muestreo ubicados a lo largo de toda la Bahía de Buenaventura, podemos darnos cuenta que 21 de estos puntos de monitoreo están en la clasificación de Mala Calidad y 8 se encuentran dentro de la clasificación de Regular Calidad.

Se analizan los resultados del ICA de forma individual en cada punto de monitoreo de la Bahía de Buenaventura y cada una de las calificaciones de los parámetros con el objeto de proponer la realización de muestreos adicionales para complementar la información.

Dentro de la clasificación del ICA de la Bahía, los valores que se obtuvieron en los puntos de muestreo oscilan entre 27 y 38, siendo 27 el más malo y 38 el “mejor”. Ubicando estos valores en el Cuadro 29, encontramos que los puntos de monitoreo con “mejor calidad” de agua en la Bahía de Buenaventura con un valor de 38 son el sitio 172 ubicado en la desembocadura de la quebrada San Joaquín al Noroccidente de la isla de Buenaventura y el sitio 229 ubicado al Nororiente de la misma isla sobre la desembocadura de la quebrada Gamboa.

El sitio de muestreo 227 fue el que obtuvo el peor puntaje con un valor de 27 y se encuentra ubicado debajo del puente El Pinar que es el que conecta la isla de Buenaventura con la avenida Simón Bolívar y el resto del continente.

Siguiendo con el análisis individual de cada sitio de monitoreo podemos observar en el Cuadro 29, la calificación del índice de calidad del agua de la Bahía en cada punto de monitoreo georeferenciado y observamos que en el primer sitio el número 3 ubicado a la entrada de la Bahía de Buenaventura y frente a La Bocana con un puntaje de 33 su calidad de agua es inferior a la de los sitios 24 y 50 que le siguen y teniendo en cuenta que estos se encuentran en frente a la desembocadura del río Anchicayá.

El sitio de muestreo 178 localizado frente a la desembocadura del río Dagua presentó un valor de 30. El sitio 239 localizado frente al puerto petrolero presentó uno de los valores más bajos de 28. Los sitios 200, 213 y 217 localizados al Sur de la isla de Buenaventura donde se hace la descarga de las aguas residuales urbanas y donde descargan directamente al mar todas las pesqueras y viviendas

del sector también presentan un valor de clasificación del ICA muy bajo entre 29 y 30.

9. PROPUESTA DE PROGRAMA DE MONITOREO EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA

A partir del año 2013 cambió el esquema de muestreo que se venía realizando en la Bahía de Buenaventura por la CVC y pasaron de 30 sitios a 15 sitios monitoreados como se pueden observar en la Figura 6.

Para proponer la realización de muestreos en puntos adicionales o existentes en la Bahía de Buenaventura se analizan individualmente los resultados del índice de Calidad del Agua ICA en cada punto de monitoreo y se propone lo siguiente:

- Seguir realizando los 2 monitoreos puntuales al año, uno semestralmente.
- Los muestreos en cada sitio deben hacerse aproximadamente a la misma hora y fecha para cada punto.
- Los muestreos en cada punto deben hacerse en baja mar porque si la marea sube el agua ayuda a disolver los contaminantes.
- Cuando se hace el muestreo se debe tomar también la información de los vientos y registrar si el muestreo se realizó en época de invierno o verano.

Los puntos a monitorear propuestos se presentan detalladamente en el Cuadro 30 y en las Figuras 7 y 8.

Cuadro 30. Puntos propuestos para ser monitoreados. Bahía de Buenaventura

CVC Actua.	Sitio Prop.	Localización	Coordenadas	
			Longitud	Latitud
Si	3	Entrada a la Bahía frente a La Bocana	77°11'121	3°49'249
Si	69	Frente a Río Anchicayá	77°9'.025	3°51'301
Si	132	Frente a Río Potedó	77°7'.090	3°51'515
No	172	En Terminal Marítimo	77°5'318	3°54'.017
Si	178	Frente a Río Dagua	77°5'318	3°52'340
Si	190	En esquina Norte del Terminal Marítimo	77°4'594	3°53'454
No	191	En el Muelle	77°4'594	3°53'291
Si	197	Frente al Terminal Marítimo	77°4'431	3°54'180
Si	200	Salida de Aguas Residuales de Buenaventura	77°4'431	3°52'566
Si	206	En Terminal Marítimo	77°4'270	3°53'454
Si	213	Salida de aguas residuales de pesqueras y viviendas	77°4'108	3°52'403
Si	217	Salida de aguas residuales de pesqueras y viviendas	77°3'546	3°52'240
Si	227	Debajo del puente El Pinal	77°3'222	3°52'566
Si	232	Estero Aguacate	77°3'.060	3°53'454
Si	239	En el Terminal Petrolero	77°3'384	3°53'291

Figura 6. Puntos monitoreados a partir del año 2013. Bahía de Buenaventura

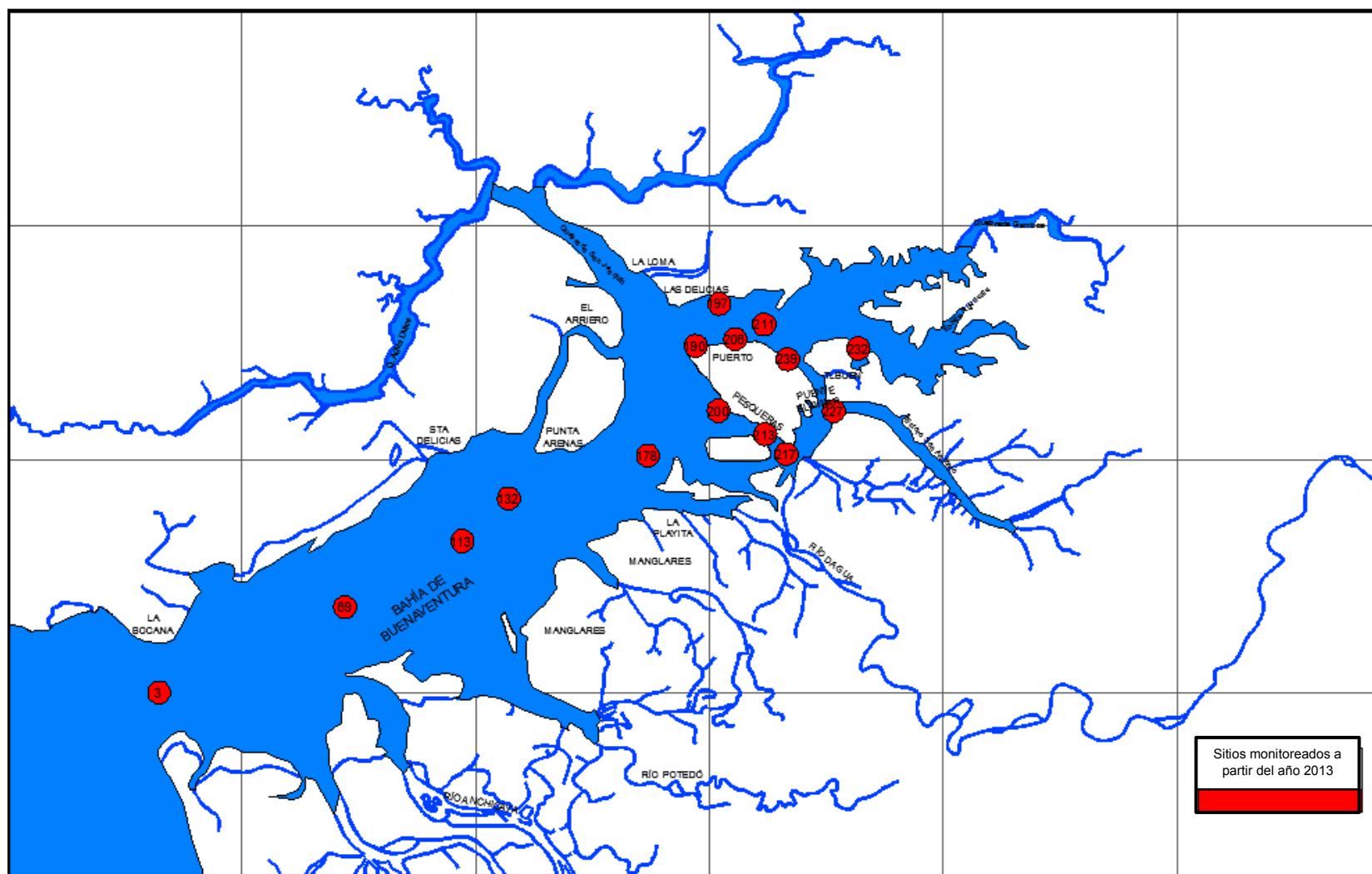


Figura 7. Sitios propuestos para ser monitoreados. Bahía de Buenaventura

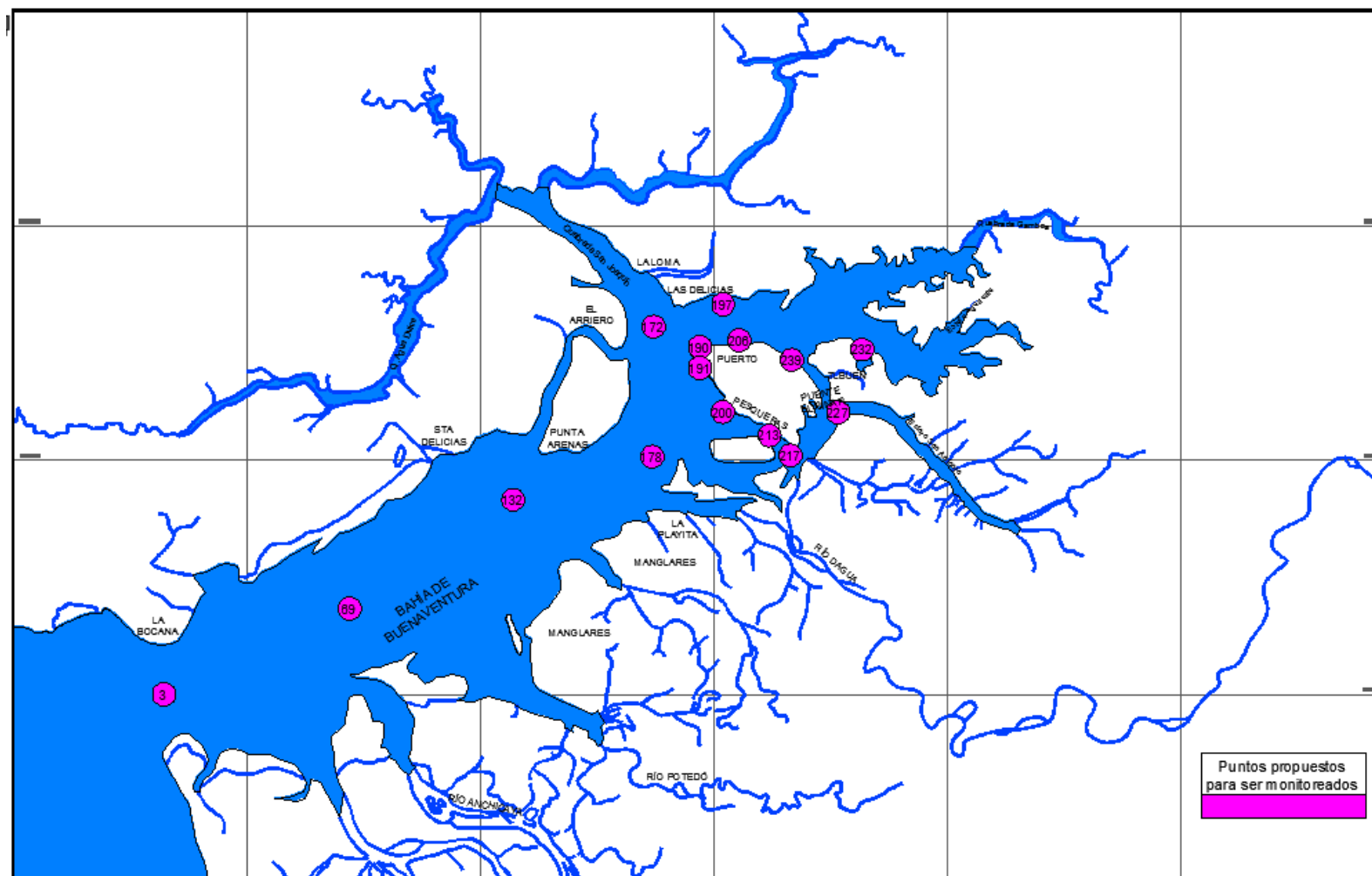
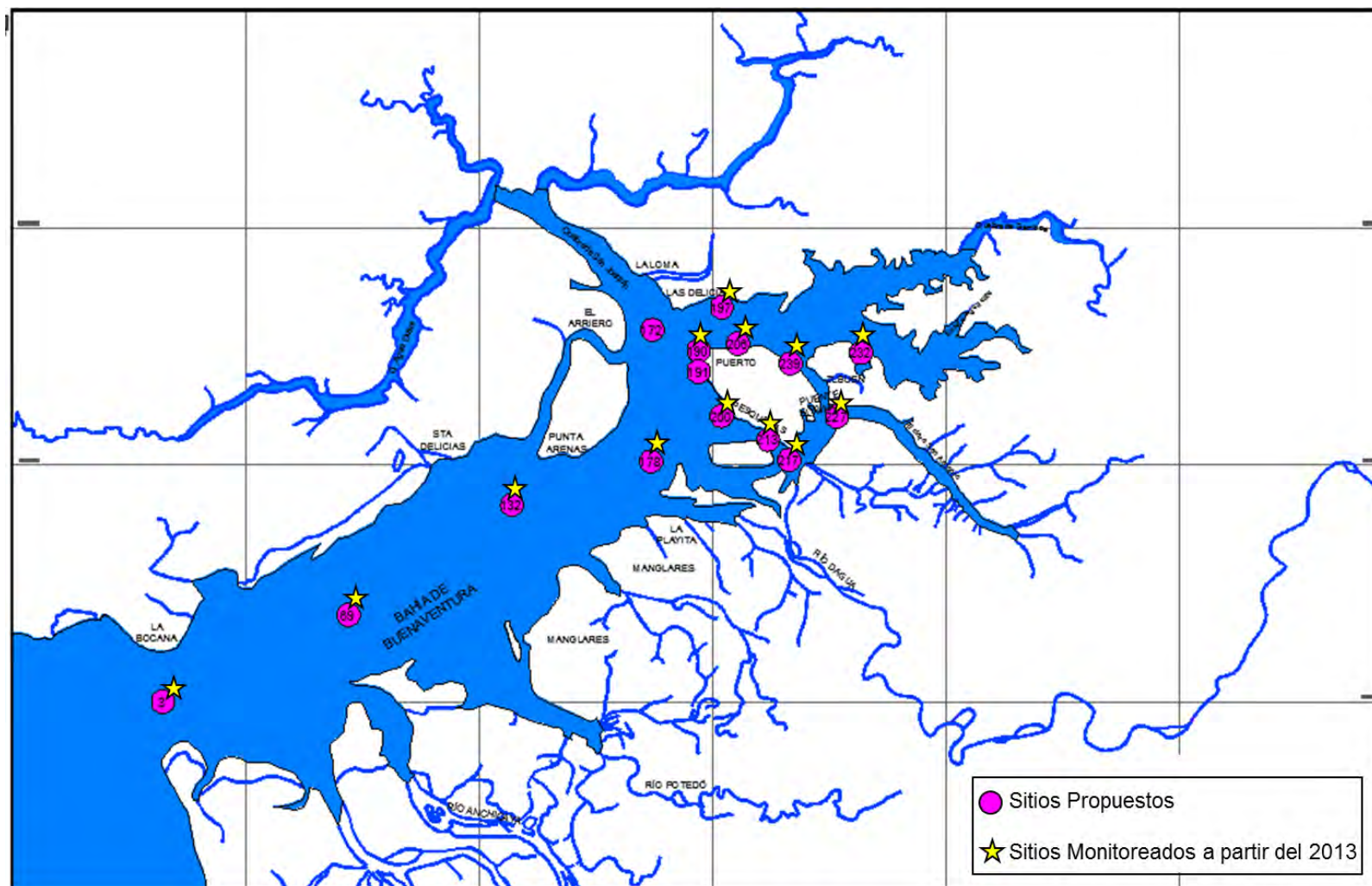


Figura 8. Sitios propuestos para ser monitoreados vs sitios monitoreados actualmente. Bahía de Buenaventura



Los parámetros recomendados a monitorear en la Bahía de Buenaventura son DBO_5 , Oxígeno Disuelto, pH, Color, Dureza Total, Nitratos, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Cloruros, Conductividad, Alcalinidad y se plantean para poder realizar un mejor estudio en el cálculo del índice de calidad del agua ICA que sea más específico para agua marina con uso de recreación mediante contacto primario y secundario como el ICAM de INVEMAR.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general se puede concluir que la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la Bahía de Buenaventura es mala, presenta problemas abundantes y no es apta para la recreación mediante contacto primario (natación y buceo) y secundario (deportes náuticos y pesca). Los sitios de muestreos localizados alrededor de la isla de Buenaventura son los que presentan la peor calidad de agua a lo largo de toda la Bahía. La mayor parte de las descargas de aguas residuales alrededor de la isla de Buenaventura se hace de manera dispersa y fuera del alcantarillado, se hace directamente a canales y esteros.

Al analizar los resultado del ICA de forma individual en cada sitio de monitoreo de la Bahía de Buenaventura y cada una de las calificaciones de los parámetros, se obtuvo que los puntos de muestreo 172 ubicado en la desembocadura de la quebrada San Joaquín al Noroccidente de la isla de Buenaventura y el punto 229 ubicado al Nororiente de la misma isla sobre la desembocadura de la quebrada Gamboa, son los que poseen el mejor puntaje de calidad del agua. El sitio de muestreo 227 localizado abajo del puente El Pinar que conecta la isla de Buenaventura con la avenida Simón Bolívar y el resto del continente, es el de peor calidad del agua de toda la Bahía.

Los sitios de monitoreo localizados alrededor de la isla de Buenaventura son los que presentan la peor calidad de agua a lo largo de toda la Bahía.

En los sitios cercanos al casco urbano del municipio de Buenaventura, en la parte más interna de la Bahía, el intercambio de agua es menor por la dinámica de las mareas sumado a que se realiza descarga directa de los vertimientos domésticos del municipio de Buenaventura al mar, por lo tanto en esta zona el agua no es apta para recreación mediante contacto primario ni secundario. Las concentraciones de coliformes totales y fecales medidas sobrepasan los límites y evidencian polución fecal, presencia de excretas de animales de sangre caliente y por ende, contaminación con organismos patógenos.

El análisis de la calidad del agua de la Bahía de Buenaventura se realizó con el índice de calidad del agua ICA de CETESB (Brasil, 2002), dados los parámetros que la CVC monitorea. Se recomienda monitorear parámetros como DBO, DQO, nitritos, nitratos, fosfatos, metales pesados (Cd, Cr y Pb), para realizar el análisis con el ICAM de Invemar ya que es el más indicado para aguas marinas y estuarios.

Finalmente, como propuesta del programa de monitoreo en la Bahía de Buenaventura, se recomienda seguir realizando los dos monitoreos anuales en la misma fecha y hora para cada sitio. Los muestreos deben hacerse en bajamar y se debe hacer registro de vientos y si fue realizado en época de lluvias o de verano.

BIBLIOGRAFÍA

ACUERDO No. 03 DE 2001. Concejo Municipal de Buenaventura. 8 de Mayo de 2001.

BAENA ÁLVAREZ, Luisa Marina. Informe No. 008-2000. Muestreo y análisis de calidad de agua en la Bahía de Buenaventura. CVC.1998- 1999. 2000.

BAENA ÁLVAREZ, Luisa Marina. Evaluación de la calidad del agua en la Bahía de Buenaventura destinación para recreación mediante contacto primario y secundario. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Santiago de Cali. 2010.

BAENA ÁLVAREZ, Luisa Marina. Evaluación de metales pesados en sedimentos de la Bahía de Buenaventura y ríos tributarios. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Santiago de Cali. 2010.

BAENA ÁLVAREZ, Luisa Marina. Evaluación de la calidad del agua en las playas del pacífico y Bahía de Buenaventura periodo 2000 – 2012. Reingeniería de la red de monitoreo. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Dirección Técnica Ambiental. Laboratorio Ambiental. Santiago de Cali. 2012.

DANE. Boletín Censo General 2005. Buenaventura. 14 de Septiembre de 2010.

DECRETO NÚMERO 2667 DE 21 DE DICIEMBRE DE 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

DECRETO 3100 DE 2003 TASAS RETRIBUTIVAS. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003.

DECRETO NÚMERO 3440 DE 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004.

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA EN EL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANO. Informe Técnico. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano, REDCAM. 2008.

DUQUE, Amparo. Informe general ambiental del municipio de Buenaventura. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. 2003.

ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (EIDENAR). Estudio de la calidad del agua de la Bahía interna de Buenaventura por medio de la modelación matemática. Universidad del Valle. CVC. Junio de 2011.

ESTUDIO HIDRODINÁMICO Y SEDIMENTOLÓGICO DE LA BAHÍA DE BUENAVENTURA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MIKE21. Ministerio de Transporte. Dirección General de Transporte Marítimo, Universidad del Valle, Laboratorio de Proyectos Hidráulicos del Pacífico. Cali Febrero de 1999.

FERNÁNDEZ DE RODRÍGUEZ, Thalia. Programa de caracterización y vigilancia de la contaminación marina a partir de fuentes domésticas, agrícolas, industriales y mineras en áreas ecológicamente sensibles del pacífico sudeste. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA. Cartagena, Colombia. 1988.

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA EN AUSENCIA DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO – PORH. METODOLOGÍA MESOCA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Bogotá. 2006.

INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DEL AMBIENTE EN EL PACÍFICO SUDESTE - CASO COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR. Septiembre de 2010.

INFORME DEL ESTADO DE LOS AMBIENTES Y RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA. Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8.

Santa Marta. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés INVEMAR. 2011.

LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. 2004.

LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS - PNMIZC. Comité Técnico Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras – CTNMIZC, Comisión Colombiana del Océano - CCO. 25 de Noviembre de 2010.

MARÍN Z, Bienvenido. Calidad ambiental de las zonas marinas-costeras de Colombia. II Simposio Internacional “Manejo de ecosistemas costeros., Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 2005.

PLAN DE MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA – CAUCA - SEGUNDA FASE. Proyecto FFEM – CORMAGDALENA. 30 de Abril de 2007.

PROYECTO DE NORMA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013.

POLÍTICA NACIONAL AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y LAS ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente - Dirección General de Ecosistemas. Bogotá D.C. Abril de 2001.

RESOLUCIÓN 1970 DE 2006. Corporación Autónoma Regional de la Guajira, CORPOGUAJIRA. 2006.

RESOLUCIÓN 0258 DE 2011. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. CRA. 2006.

RODRÍGUEZ BERNAL, Deisy Lisbeth. Diagnóstico preliminar como insumo para la formulación del plan de manejo de la unidad ambiental costera – UAC Málaga – Buenaventura. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. Diciembre 2012.

